

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIANE FERREIRA RAMOS ROTH

PROPOSTA PARA INTEGRAÇÃO DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE NO
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO
NO SETOR DE COSMÉTICO

CURITIBA

2018

GIANE FERREIRA RAMOS ROTH

PROPOSTA PARA INTEGRAÇÃO DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE NO
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO
NO SETOR DE COSMÉTICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Tecnologia e Inovação, do Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto

CURITIBA

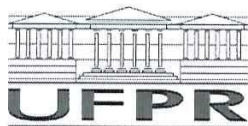
2018

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

- R845p Roth, Giane Ferreira Ramos
Proposta para integração das dimensões da sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos: um estudo de caso no setor de cosmético / Giane Ferreira Ramos Roth – Curitiba, 2018.
121p. : il. [algumas color.] ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, 2018.
- Orientador: Marcelo Gechele Cleto
Bibliografia: p. 102-114.
1. Produtos – Desenvolvimento. 2. Sustentabilidade. 3. Cosméticos. I. Universidade Federal do Paraná. II. Cleto, Marcelo Gechele. III. Título.

CDD: 658.5038

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

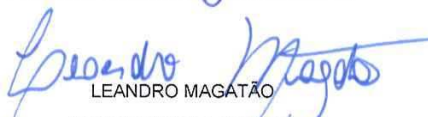
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **GIANE FERREIRA RAMOS ROTH** intitulada: **PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE COSMÉTICO**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.


A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 22 de Maio de 2018.


MARCELO GEHELE CLETO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


LEANDRO MAGALHÃES
Avaliador Externo (UFPR)


MARCOS AUGUSTO MENDES MARQUES
Avaliador Interno (UFPR)


MARIANA KLEINA
Avaliador Interno (UFPR)

Dedico esta Dissertação a minha filha Juliana e ao meu esposo Reinaldo, que com amor, sorrisos e muita paciência, sempre me fortalecem.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto, pelo acompanhamento, orientação e resiliência.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. Dr. Robson Seleme, pelo apoio recebido.

Aos professores Prof. Dr. Marcell Maceno, Prof. Dr. Cassius Scarpin, Prof. Dr. Fernando Deschamps, por gentilmente terem atendido a solicitação de participação da banca avaliadora da qualificação.

Aos professores Prof. Dr. Marcos Augusto Mendes Marques, Profa. Dra. Mariana Kleina, Prof. Dr. Leandro Magatão por solicitamente terem atendido ao convite de participação da banca avaliadora desta dissertação.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e do Departamento de Engenharia de Produção, por estarem sempre prontos a cooperar para nosso sucesso.

À empresa utilizada como estudo de caso que gentilmente abriu suas portas para que este trabalho fosse realizado.

A minha mãe, Neli, que incondicionalmente zelou por mim e pela minha família e assim pude dedicar-me a este projeto acadêmico.

Aos meus colegas de mestrado, especialmente, Wiliam de Assis Silva e Marcos Schules que me apoiaram e por muitas vezes me incentivaram a continuar firme.

Enfim, agradeço a Deus por colocar todas estas pessoas no meu caminho, ajudando-me a concluir esta etapa fundamental no meu processo de evolução profissional, acadêmica e pessoal!

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério;
é que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas,
mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais
estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

CORA CORALINA

RESUMO

O aumento das exigências por sustentabilidade pela sociedade, mercado e legislação vem forçando as corporações a buscarem formas de reduzir os impactos ambientais, perpetuação do produto durante todo o seu ciclo de vida e sustentabilidade do negócio. A integração das dimensões da sustentabilidade no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) visa melhorar os requisitos ambientais, sociais e econômicos do produto sem comprometer o seu desempenho, custo e características. Apesar dessa tendência, as estruturas de PDP não incorporam práticas sustentáveis de forma adequada. Assim, esse trabalho objetiva integrar práticas de sustentabilidade em uma estrutura de PDP. Para atingir esse propósito foi empregada uma análise sistemática da literatura, análise das características de 30 estruturas de PDP e mapeamento, sistematização de aspectos ambientais, sociais e econômicos no PDP. Os resultados demonstram que as estruturas de PDP não enfatizam as fases de pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento que têm importância para redução do impacto ambiental, tampouco oferecem soluções que corroborem no incremento dos resultados econômicos e garantias de desenvolvimento social. Portanto, foi elaborada uma proposta de integração analisando as características e contribuição de cada dimensão da sustentabilidade para minimizar o impacto do produto e sua relação com a função de cada tarefa do PDP. Para verificar e avaliar a proposta de integração foi escolhido o setor de cosméticos, pois se trata de uma indústria com potencial de consumo de insumos sólidos e químicos, além da geração de resíduos, e que vem apresentando significativo crescimento nos últimos anos. A partir da elaboração de um questionário, especialistas desta indústria, avaliaram a proposta de integração da sustentabilidade ao PDP, constatando que nas fases de planejamento estratégico e planejamento do produto, verificou-se um desvio padrão alto nas notas atribuídas, indicando divergência de opinião dos especialistas sobre o tema. Conclui-se que esse trabalho engloba um conjunto de práticas sustentáveis para suportar a tomada de decisão no PDP com objetivo de garantir perpetuação do negócio, envolvimento dos *stakeholders* e redução significativa de resíduos gerados pelo setor de cosmético.

Palavras-chave: Processo de desenvolvimento de produtos. Sustentabilidade. Desenvolvimento de Produto Sustentável. Setor de Cosméticos.

ABSTRACT

Increased demands for sustainability by society, market and legislation have been forcing corporations to seek ways to reduce environmental impacts, product perpetuation throughout their life cycle, and business sustainability. The integration of the sustainability dimensions into the Product Development Process (PDP) aims to improve the environmental, social and economic requirements of the product without compromising its performance, cost and characteristics. Despite this trend, PDP structures do not adequately incorporate sustainable practices. Thus, this work aims to integrate sustainability practices into a PDP structure. To achieve this purpose, a systematic analysis of the literature, analysis of the characteristics of 30 PDP structures, mapping and systematization of environmental, social and economic aspects in PDP was used. The results demonstrate that PDP structures do not emphasize pre-development and post-development phases that are important for reducing environmental impact, nor do they offer solutions that corroborate the increase of economic results and guarantees of social development. Therefore, a proposal of integration was elaborated analyzing the characteristics and contribution of each dimension to minimize the impact of the product and its relation with the function of each task of the PDP. In order to verify and evaluate the integration proposal, the cosmetics sector was chosen because it is an industry with potential for consumption of solid and chemical inputs, in addition to the generation of waste, which has been showing significant growth in recent years. From the elaboration of a questionnaire, experts from this industry evaluated the proposal of integration of sustainability to the PDP, noting that in the phases of strategic planning and product planning, there was a high standard deviation in the assigned grades, indicating divergence of opinion of the experts on the subject. It is concluded that this work encompasses a set of sustainable practices to support decision-making in the PDP with the objective of ensuring business continuity, stakeholder involvement and significant reduction of waste generated by the cosmetic sector.

Keywords: Product Development Process. Sustainability. Sustainable PD. Cosmetic Industry.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – ABRANGÊNCIA DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE..... | 14 |
| FIGURA 2 – ESTRUTURA DA METODOLOGIA PROPOSTA PARA A PESQUISA | 21 |
| FIGURA 3 – DINÂMICA DA SUSTENTABILIDADE FACE AOS STAKEHOLDERS . | 33 |
| FIGURA 4 – MODELO DE PDP DE ROZENFELD | 38 |
| FIGURA 5 – ESTRUTURA DE PDP DE ROZENFELD | 56 |
| FIGURA 6 – ETAPAS DE PESQUISA | 67 |
| FIGURA 7 – DIAGRAMA DE PONTOS DAS AVALIAÇÕES DOS ESPECIALISTAS | 91 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1– PARÂMETROS DE NÍVEL DE CONFIABILIDADE INTERNA (ALFA DE CRONBACH)..... | 87 |
| TABELA 2 – ANÁLISE DAS AVALIAÇÕES DOS ESPECIALISTAS PARA IDENTIFICAR CLUSTERS..... | 92 |
| TABELA 3 – ANÁLISE DAS AVALIAÇÕES POR FASE DA PROPOSTA APRESENTADA..... | 93 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 – CONCEITOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL | 26 |
| QUADRO 2 – DESCRIÇÃO DA DINÂMICA DA SUSTENTABILIDADE FACE AOS STAKEHOLDERS | 34 |
| QUADRO 3 – DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE | 34 |
| QUADRO 4 – MODELOS DE REFERÊNCIA DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO..... | 40 |
| QUADRO 5 – FASES MAIS UTILIZADAS NOS MODELOS DE PDP..... | 49 |
| QUADRO 6 – TIPOS DE MÉTODOS E FERRAMENTAS | 51 |
| QUADRO 7 – LISTA DE PRÁTICAS E FERRAMENTAS SUSTENTÁVEIS | 52 |
| QUADRO 8 – FASE DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE PRODUTOS | 57 |
| QUADRO 9 – FASE DE PLANEJAMENTO DO PROJETO | 58 |
| QUADRO 10– FASE DE PROJETO INFORMACIONAL..... | 59 |

| | |
|--|----|
| QUADRO 11 – FASE DE PROJETO CONCEITUAL | 60 |
| QUADRO 12 – FASE DE PROJETO DETALHADO..... | 61 |
| QUADRO 13 – FASE DE PREPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DO PRODUTO..... | 62 |
| QUADRO 14 – FASE DE LANÇAMENTO DO PRODUTO | 63 |
| QUADRO 15 – FASE DE ACOMPANHAR PRODUTO E PROCESSO | 64 |
| QUADRO 16 – FASE DE DESCONTINUAR PRODUTO NO MERCADO | 65 |
| QUADRO 17 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA | 66 |
| QUADRO 18 – DETALHE MAPEAMENTO DAS ESTRUTURAS DE PDP..... | 69 |
| QUADRO 19 – ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO | 71 |
| QUADRO 20– LISTA DE TRABALHOS CORRELATOS | 73 |
| QUADRO 21 – PERIÓDICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS | 79 |
| QUADRO 22– CARACTERÍSTICAS DO GRUPO DE ESPECIALISTAS..... | 84 |
| QUADRO 23 – EXEMPLO DA ESTRUTURA UTILIZADA PARA ANÁLISE DOS COMENTÁRIOS DOS ESPECIALISTAS | 88 |
| QUADRO 24 – PRINCIPAIS COMENTÁRIOS DOS ESPECIALISTAS | 93 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ABIHPEC | Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos |
| ACV | Avaliação do Ciclo de Vida do produto |
| APP | Acompanhar Produto e Processo |
| BPM | Business Process Management |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| DfE | Design for Environment |
| DfM | Design for Manufacturing |
| DfS | Design for Sustainability |
| DIP | Desenvolvimento Integrado de produto |
| DPM | Descontinuar Produto no Mercado |
| ES | Engenharia Simultânea |
| FMEA | Failure Mode and Effects Analysis |
| LCA | Life Cycle Assessment |
| LCC | Life Cycle Costing |
| LCD | Life Cycle Design |
| LCECA | Life Cycle Environmental Cost Analysis |
| LP | Lançamento do Produto |
| NPD | New Product Development |
| ODM | Objetivos da Declaração do Milênio |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PC | Projeto Conceitual |
| PD | Projeto Detalhado |
| PDP | Processo de Desenvolvimento de Produto |
| PEP | Planejamento Estratégico do Produto |
| PI | Projeto Informacional |
| PLM | Product Life Cycle Management |
| PP | Planejamento do Projeto |
| PPP | Preparação da Produção do Produto |
| QFD | Quality Function Deployment |
| QFDE | Quality Function Deployment for Environment |
| RSE | Responsabilidade Social Empresarial |

| | |
|------|--|
| SLCM | Strategic Life Cycle Management |
| SPD | Sustainable Product Development |
| SPSD | Sustainable Product and/or Service Development |
| SSC | Sistemas, Subsistemas e Componentes |
| TBL | Triple Bottom Line |
| UNEP | United Nations Environment Programme |
| WCED | World Comission on Environment and Development |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|--|------------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. | PROBLEMA DA PESQUISA..... | 17 |
| 1.2. | OBJETIVOS..... | 19 |
| 1.3. | DELIMITAÇÃO DA PESQUISA | 19 |
| 1.4. | ESTRUTURA DO TRABALHO | 20 |
| 1.5. | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 21 |
| 2. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 22 |
| 2.1. | SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL | 22 |
| 2.1.1. | Dimensões da sustentabilidade | 27 |
| 2.2. | PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)..... | 35 |
| 2.2.1. | Modelos tradicionais de PDP | 37 |
| 2.2.2. | Síntese e escolha do Modelo de PDP de referência | 48 |
| 2.3. | MAPEAMENTO DE PRÁTICAS E FERRAMENTAS SUSTENTÁVEIS | 50 |
| 2.4. | PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DO PDP INTEGRANDO ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE | 55 |
| 3. | MÉTODO DA PESQUISA | 66 |
| 3.1. | ENQUADRAMENTO..... | 66 |
| 3.2. | PROTOCOLO DE PESQUISA..... | 67 |
| 3.2.1. | Etapa 1: Definição do contexto da pesquisa..... | 67 |
| 3.2.2. | Etapa 2: Sistematização das informações | 68 |
| 3.2.3. | Etapa 3: Construção do instrumento de pesquisa | 80 |
| 3.2.4. | Etapa 4: Planejamento do estudo de caso | 82 |
| 3.2.5. | Etapa 5: Coleta dos dados..... | 85 |
| 3.2.6. | Etapa 6: Análise dos dados | 86 |
| 3.2.7. | Etapa 7: Apresentação dos resultados | 89 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 90 |
| 4.1. | Confiabilidade interna do questionário (Alfa de Cronbach)..... | 90 |
| 4.2. | Análise quantitativa dos dados levantados em campo | 90 |
| 4.3. | Análise qualitativa da avaliação dos especialistas..... | 93 |
| 5. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 99 |
| | REFERÊNCIAS | 102 |
| | APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DE CONSULTA AOS ESPECIALISTAS | 115 |

1. INTRODUÇÃO

Qualquer produção, processo derivado da atividade humana, causa impactos e desequilíbrio ao meio ambiente, sendo que sistemas industriais incluem-se nessa avaliação, pois uma parcela desse impacto é oriunda do ciclo de vida de produtos manufaturados (KIPERSTOCK et al. 2002). Sistemas naturais e industriais podem configurar uma relação harmoniosa, diferentemente do padrão de produção e consumo da era industrial, caso os processos e produtos sejam projetados para gerar impactos dentro dos limites de absorção dos ecossistemas (FIKSEL, 2009).

Ao longo do tempo, nações e companhias dedicaram esforços para produzir e lucrar, sem considerar os impactos aos ecossistemas da biosfera (COMMONER, 1971; SPANGERBERG, 2010). No âmbito cultural de uma sociedade que se desenvolveu pela trilha industrial, o bem-estar social significou aumento da disponibilidade de produtos, os quais foram convertidos em progresso e fluxo de materiais e energia na economia (MANZINI; VEZOLLI, 2008).

A inovação é vital ao sucesso do empreendimento. Na competição pelo mercado, aquele que decide inovar e lançar novos produtos em um ritmo acelerado garante vantagem em relação àqueles resistentes a mudanças. É possível inferir, então, que uma gestão do desenvolvimento de novos produtos eficiente, com rápida troca de informações e que saiba utilizar os recursos de que dispõe, representa uma vantagem competitiva quando comparada a empresas que não estruturam esse processo (BAXTER, 2003).

Uma consequência desta política de se lançarem novidades ao consumidor e do estímulo do consumo é a redução da vida útil do produto. Com o aumento do volume de produção, ocorre também o aumento de resíduos, proveniente da indústria ou mesmo descarte após o uso, por um período cada vez mais curto, pelo consumidor. A geração e o tratamento de resíduos são assuntos importantes, envolvem questões como imagem institucional e aceitação ambiental, dando valor a reciclabilidade, baixo consumo energético, materiais renováveis e que apresentem baixos níveis de risco de contaminação quando beneficiados (ROMEIRO et al., 2010).

O processo de industrialização, o desenvolvimento das empresas e o surgimento das corporações são fatores que podem ser apontados como agentes aceleradores do desequilíbrio ambiental e desigualdade social. Estudos sobre a

dicotomia entre crescimento populacional e disponibilidade de recursos, chamada Teoria Malthusiana, são desenvolvidos há mais de 200 anos. Contudo, foi no século XX que a preocupação com os limites de recursos do planeta ganhou a pauta de discussões em pesquisas científicas. Essa preocupação deu origem a diversas conferências, como o encontro do Clube de Roma em 1973, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, a conferência ECO em 1992 no Rio de Janeiro, o Protocolo de Kyoto em 1997, a Rio + 20 em 2012, entre outras (ROMEIRO et al., 2010).

De acordo com o relatório Brundtland (*WCED*, 1987), o desenvolvimento sustentável deve “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades”. Elkington (1997) atesta que modelos baseados apenas no retorno financeiro estão esgotados. Para o autor, o conceito central da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável é o que objetiva alcançar simultaneamente a prosperidade econômica, a qualidade ambiental e a responsabilidade social.

A discussão sobre sustentabilidade está em constante evolução e, na medida em que novas pressões surgem, as empresas precisam se adequar a questões não apenas legais, mas também éticas. Embora a sustentabilidade corporativa e a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) sejam expressões algumas vezes utilizadas como sinônimas, Kaptein e Wempe (2002) e Panapanaan et al. (2002) apontam diferenças de abrangência entre os conceitos, ilustradas na figura 1.

FIGURA 1 – ABRANGÊNCIA DOS CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE



FONTE: Baseado em Kaptein e Wempe (2002); Panapanaan et al. (2002).

Como identificado na figura 1, a responsabilidade social empresarial é um conceito que abrange o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental,

mas não foca em resultados financeiros; já a sustentabilidade corporativa se refere ao conjunto de objetivos finais, pois alia a RSE com resultados financeiros. A existência da RSE é uma etapa intermediária e obrigatória para que as empresas consigam a sustentabilidade corporativa. A distinção dos conceitos é importante, pois as empresas responsáveis tendem a coordenar um conjunto amplo e integrado de iniciativas e se tornam candidatas à sustentabilidade corporativa (KAPTEIN; WEMPE, 2002; PANAPANAN, 2002).

Neste ambiente, o efeito da sustentabilidade para a sobrevivência e crescimento dos negócios está evidente nos assuntos globais em pauta. A exigência de projetos ecologicamente, socialmente e tecnologicamente sustentáveis tornaram-se requisitos constantemente estudados nas organizações para indicar soluções alternativas para novas estratégias de negócios (ROMEIRO et al., 2010).

Reagir de forma rápida diante do aumento da concorrência, evoluções tecnológicas e o progressivo aumento de exigência do consumidor são condições básicas para as empresas se manterem competitivas no mercado. Essas condições exigem das organizações e de seus gestores, agilidade, grande produtividade e um padrão de qualidade que está condicionado ao investimento que a empresa faz em seus processos de gestão e no processo de desenvolvimento de seus produtos (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

Embora haja uma grande diversidade de metodologias e modelos de processo e desenvolvimento de produtos disponíveis na literatura, a discussão sobre novas diretrizes relacionadas ao desenvolvimento sustentável tem exigido uma nova visão dessas metodologias, em que os requisitos ligados à sustentabilidade passam a ser observados como ações estratégicas das empresas. Assim, integrar os aspectos ambientais, às questões sociais e à rentabilidade econômica nas fases do processo de desenvolvimento de produtos permite o equilíbrio com as outras exigências tradicionais de projeto e são fatores chave para um desenvolvimento sustentável de sucesso (BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2012).

Neste contexto de desenvolvimento de produtos, pode-se analisar a indústria de cosméticos que ao longo dos tempos acompanhou a própria história do homem e esteve sempre ligada à sua evolução científica e cultural, de modo a superar-se em avanços tecnológicos. Em relação às questões ambientais, em um momento mais remoto, destacou-se a preocupação da indústria cosmética com a destruição da camada de ozônio da atmosfera e com a substituição de propelentes dos aerossóis.

Com a visão de um mundo sustentável, destaca-se a preocupação com a preservação de fontes naturais e patrimônio genético de matérias-primas, com a biodegradabilidade e reciclagem das embalagens, autossustentabilidade, com o tratamento de efluentes industriais, entre outros temas de grande relevância como a logística reversa e a compensação de carbono (CROSTON, 2014).

O segmento de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, segundo Capanema (2007), é caracterizado pela presença de grandes empresas internacionais diversificadas e pelas pequenas e médias empresas nacionais em grande número. Visando cumprir seus objetivos de mercado, estas empresas investem grandes somas de recursos em novos lançamentos e estratégias competitivas envolvendo a marca, embalagens, canais de comercialização e distribuição.

Conforme panorama mundial divulgado por ABIHPEC (2017), o mercado brasileiro hoje é considerado o quarto maior consumidor mundial de cosméticos, atrás somente de Estados Unidos, China e Japão. Segundo os dados da Associação Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), o faturamento anual de 2017 foi de R\$ 45,9 bilhões e vem apresentando crescimento composto nos últimos dez anos de 10,5%. A ABIHPEC (2017) aponta que, entre os fatores que contribuíram para esse crescimento, incluem-se o aumento da participação da mulher no mercado de trabalho, os avanços tecnológicos e o crescimento da produtividade, que favorece os preços praticados, com aumentos menores do que os índices de preços da economia, além de constantes lançamentos de produtos que atendem às necessidades do mercado e o aumento da expectativa de vida. De acordo com os especialistas deste setor, esse mercado é um dos mais promissores no país e o consumo de produtos para cabelos, maquiagens e cuidados para pele, rosto e corpo devem acelerar nos próximos anos (ABIHPEC, 2017). Consequentemente, o aumento do consumo desses produtos aumenta igualmente a quantidade de materiais e energia necessária para a produção de embalagens e de resíduos descartados ao final da vida útil dos produtos.

Segundo Gomes (2013) as preocupações com a sustentabilidade na cadeia produtiva de cosméticos são demonstradas por produção de ingredientes oriundos da biodiversidade, relação de respeito com as comunidades produtoras, o comércio ético e processos garantidos por sistemas de normas e certificações.

Assim, com base na análise das estruturas de PDP percebe-se que não existe um modelo que integre de forma adequada os aspectos ambientais, sociais e econômicos e que possa ser utilizada como referência, corroborando com a importância desta dissertação.

Diante do exposto, o presente trabalho busca ampliar o saber relativo às áreas de conhecimento em PDP e da variável sustentabilidade. De modo objetivo pretende-se associar a abordagem sustentável ao processo de desenvolvimento de produtos, buscando uma maior competitividade e adequação para realidade atual, que demanda principalmente produtos ecoeficientes e sustentáveis.

1.1.PROBLEMA DA PESQUISA

O paradigma das organizações consiste em produzir e comercializar produtos conforme a lógica de extrair, transformar, produzir, utilizar e dispor (FIKSEL, 2009). Projeções futuras indicam incompatibilidade entre os níveis de produção e consumo e disponibilidade de recursos naturais para as próximas gerações, compactuando com a trajetória insustentável da sociedade vigente (UNEP, 2011a).

Em 2009 as economias globais consumiram materiais na ordem de 58 bilhões de toneladas anuais, medidos de acordo com os princípios do fluxo de materiais (*Material Flow Accounting – MFA*) (KRAUSMANN, 2009). É estimada que a extração e consumo de materiais será de aproximadamente 80 bilhões de toneladas para 2020 e de 100 bilhões de toneladas de materiais para 2030 (BLEISCHWITZ, 2010). Portanto, conduzir negócios conforme o padrão contemporâneo em nada contribui para contornar os limites ambientais (UNEP, 2011b).

Em função dos cenários pessimistas, o tema sustentabilidade emerge com relevância, adentra e estimula novas práticas de gestão e descortina oportunidades a serem desdobradas em processos de negócio. A sustentabilidade nos negócios consiste em desenhar conexões e formas inovadoras de adicionar valor à organização, ao cliente e, em sintonia com o meio ambiente (BOCKEN, 2014). Porém, o tema é considerado complexo e de difícil entendimento e tradução em ações táticas organizacionais.

Um dos elementos motivadores para as organizações tornarem-se sustentáveis são as leis e regulamentações, as quais visam criar mecanismos de controle de poluição e impactos ambientais das atividades econômicas. Outro elemento consiste em proporcionar perceptibilidade favorável às organizações que optam pela adoção das práticas sustentáveis. Compreender esse aspecto pode ser relevante para a identificação dos desperdícios e oportunidades de negócio (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 2007).

Neste trabalho, processo de negócio é representado pelo processo de desenvolvimento de produto (PDP). O PDP é composto por uma série de atividades interdisciplinares, com o objetivo de conceber, projetar e comercializar um produto. De modo geral, inicia com uma oportunidade de negócio e termina com o produto entregue nas mãos dos clientes (ULRICHT; EPPINGER, 2008; ROZENFELD, 2010).

Apesar das diretrizes legais estabelecidas, pressão e expectativas dos *stakeholders*, as organizações tendem a buscar resultados econômicos no curto prazo (BOCKEN, 2014). Com isso, compromete-se a busca por negócios sustentáveis, principalmente ao assumir-se que melhorias ambientais incrementais são percebidas como sustentáveis. Negligencia-se o estímulo de uma visão holística a partir das perdas ao longo do ciclo de vida, em função dos altos custos para reincorporar materiais no ciclo produtivo (MANZINI; VEZOLLI, 2008).

Debater sustentabilidade a partir da ótica do PDP pode ser associado à visão de curto prazo e processos internos, que estão relacionados às filosofias de gestão que objetivam reduzir a intensidade do uso de recursos e melhorar o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida (WBCSD, 2000; DYLLICK; HOCKERTS, 2002).

Em particular, dentre os diversos campos de aplicação e análise da problemática anteriormente exposta, encontra-se o setor cosmético. Esse setor se apresenta como um demandante considerável de recursos naturais (biodiversidade) e recursos não renováveis (petróleo), entre outros. Estima-se que o crescimento médio anual do setor de cosméticos brasileiro entre 2015-19 deve ser de 10,2%, atingindo os R\$ 107,30 bilhões em 2019 (EUROMONITOR, 2015). E, dado esse cenário, advêm questões relativas aos impactos e aspectos associados à sustentabilidade promovidos pelos elos dessa cadeia.

Enfim, dada a problemática e contexto apresentados, e considerando a necessidade de amadurecer os conceitos e perspectivas apontadas, o presente trabalho se propõe a responder à seguinte questão:

Como integrar dimensões de sustentabilidade ao processo de desenvolvimento de produto?

Com a finalidade de dar uma resposta à questão levantada chegou-se a definição dos objetivos gerais e específicos desse trabalho que serão apresentados na próxima seção e ambicionam responder o referido questionamento.

1.2.OBJETIVOS

Como objetivo geral busca-se, a partir dos conceitos de processo de desenvolvimento de produtos e de sustentabilidade, **propor um conjunto de abordagens sustentáveis para integrar o processo de desenvolvimento de produto em uma indústria do setor de cosmético, desde o planejamento inicial até a descontinuação do produto no mercado.**

Para alcançar o objetivo geral, a pesquisa propõe atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) compreender o desenvolvimento sustentável sob o viés das dimensões da sustentabilidade, Sustentabilidade Corporativa e modelos de processo de desenvolvimento de produto;
- b) identificar as principais estratégias existentes à aplicação da sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produto;
- c) propor um conjunto de abordagens sustentáveis a serem avaliadas no PDP;
- d) realizar pesquisa investigativa para confirmação e adequação das iniciativas identificadas junto a um grupo de especialistas de uma indústria de cosméticos na grande Curitiba/PR.

1.3.DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para a realização deste trabalho foram estabelecidas algumas restrições que delimitaram o escopo da pesquisa:

1 – O trabalho limita-se à análise de uma indústria do setor de cosmético, ficando os resultados obtidos replicáveis apenas para um ambiente produtivo similar ao estudado e na mesma amplitude de capacidade produtiva;

2 – Os aspectos de sustentabilidade estão diretamente relacionados ao *Triple Botton Line*, limitando o estudo de caso aos aspectos Ambiental, Econômico e Social;

3 – O modelo de PDP de referência adotado considerou a similaridade com o modelo utilizado pela empresa objeto do estudo de caso.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

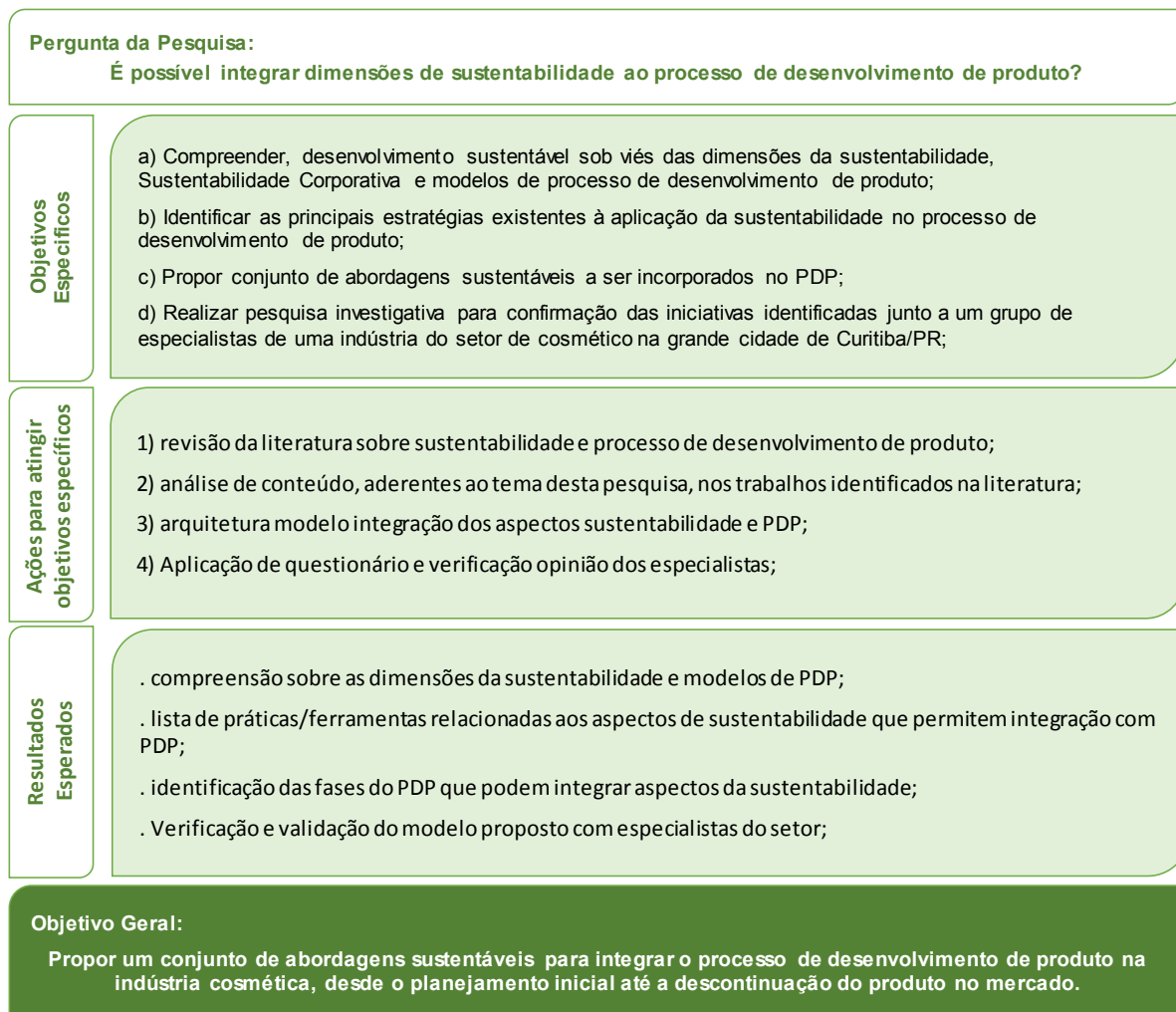
O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

- **capítulo 1:** “Introdução”, apresenta uma argumentação sobre os impactos da atividade humana sobre a Terra e o paradigma das organizações em relação a produção, comercialização e cuidados com aspectos ambientais, sociais e econômicos, assim nota-se uma oportunidade de pesquisa relacionando o processo de desenvolvimento de produtos e o tema da sustentabilidade;
- **capítulo 2:** “Fundamentação Teórica”, realiza uma busca sistemática na literatura para compreender a relação da sustentabilidade e o processo de desenvolvimento de produtos, indicando a proposta de estruturação do PDP integrando aspectos da sustentabilidade;
- **capítulo 3:** “Método de Pesquisa”, refere-se a metodologia aplicada à pesquisa para coleta e tratamento dos dados necessários para conclusão do trabalho;
- **capítulo 4:** “Resultados e Discussões”, discute os resultados da análise de dados da consulta realizada com especialistas no tema abordado;
- **capítulo 5:** “Considerações Finais”, finaliza a pesquisa e apresenta a conclusão, incluindo os resultados encontrados e uma proposta para novos trabalhos.

1.5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A figura 2 objetiva apresentar a estrutura da metodologia proposta para atingir os objetivos deste trabalho, além desta figura tais informações serão detalhadas no capítulo 3 “Método da Pesquisa”.

FIGURA 2 – ESTRUTURA DA METODOLOGIA PROPOSTA PARA A PESQUISA



FONTE: A Autora (2018).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os estudos preliminares que definiram o tema e cujos procedimentos estão detalhados no capítulo 3 indicaram uma série de termos-chave: Desenvolvimento sustentável, Dimensões da Sustentabilidade e Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). Deste modo esta fundamentação teórica tem por finalidade esclarecer tais termos.

2.1.SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O avanço da industrialização na década de 70 motivou diversas publicações científicas aludidas pelo crescente desequilíbrio na Terra. Um grupo formado por empresários, intelectuais e liderado por Dennis Meadows, intitulado Clube de Roma, produziu a obra “Os Limites do Crescimento” e atingiu interesse quando fez parte das discussões da Conferência das Nações Unidas de Estocolmo, em 1972. A publicação associava quatro questões principais sobre sustentabilidade, a saber: crescimento populacional; crescimento industrial; escassez de alimentos e escassez de recursos naturais, que necessitavam de controle urgente para a retomada do equilíbrio ambiental (CMMAD, 1991).

As Nações Unidas criaram em 1983 a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, a qual foi presidida por Gro Harlem Brundtland. O objetivo da comissão era reexaminar as questões relativas ao meio ambiente, reformular propostas realísticas para abordá-las e propor novas formas de cooperação internacional, de maneira a nortear as políticas e ações na direção das mudanças necessárias e dar a indivíduos, organizações voluntárias, empresas, institutos e governos uma clareza maior desses problemas ambientais, suscitando-os a uma atuação mais firme. Em 1987, a Comissão recomendou a criação do Relatório Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” (CMMAD, 1991).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido como um modo de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as próprias necessidades (WCED, 1987). Antes disso, os líderes empresariais usavam a palavra sustentabilidade para definir apenas a condição das empresas cujos ganhos apresentavam constante crescimento (WERBACH, 2010).

No relatório Brundtland da *World Commission for Economic Development* (WCED, 1987), o desenvolvimento sustentável é apresentado como um processo de transição em que a extração de recursos, a linha dos investimentos, a direção do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais são cumpridas em conformidade com as necessidades atuais e futuras (BANERJEE, 2002).

Em 1992, realizou-se a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro e ficou conhecida como Eco-92 ou Cúpula da Terra. Um dos resultados desta Conferência foi a aprovação do documento “Agenda 21”. Este documento ressaltou a preparação do mundo para os desafios do século XXI por meio de um plano de ação que enumere os objetivos a serem atingidos pelas sociedades para sustentar a vida no planeta, este é o objetivo da Agenda 21, que segue o princípio de “pensar globalmente, agir localmente” (UNCED, 1992). Outras conferências das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, como a Rio+5 e Rio+10, aconteceram respectivamente em 1997 e 2002 em Johannesburgo, objetivando revisar a implementação da Agenda 21, com o objetivo de reafirmar compromissos e propor novas ações.

Em 1997, criou-se a Comissão da Carta da Terra. A ideia surgiu ainda durante da Eco-92 em função do descontentamento de organizadores da ONU e de Mikhail Gorbachev, diretor da Cruz Verde Internacional, com o não aceite da Carta da Terra. Composta por personalidades de vários países, a comissão escutou milhares de pessoas de diversas comunidades espalhadas pelo mundo e, em 2000, no espaço da UNESCO, em Paris, a Carta da Terra foi aprovada (ONU, 2000).

Em 2000, a Assembleia do Milênio reafirmou na sede da ONU as metas de qualidade de vida das Nações Unidas para o novo milênio, promovendo encontro de 191 delegações e contou com a presença dos principais chefes de Estado e de Governos do mundo. O debate resultou na Declaração do Milênio, documento que consolidou várias metas estabelecidas nas conferências mundiais ocorridas na década de 90, propondo objetivos para a erradicação da pobreza no mundo. Oito objetivos gerais foram identificados: erradicar a extrema pobreza e a fome; atingir o ensino básico universal; promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde materna; combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; garantir a sustentabilidade ambiental e estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento. Em 2006, a ONU estipulou, ao Brasil, um nono objetivo: “igualdade entre brancos e negros”. A

intenção era de que os estados membros das Nações Unidas não medissem esforços para cumprir os ODM (Objetivos da Declaração do Milênio) até 2015 (ONU, 2000).

Próximo do final do século XX, a ONU (2000) anunciou sinergia entre as Nações Unidas, Organizações não Governamentais (ONGs) e empresas com o objetivo convergir as práticas do setor privado e os valores universais. A ideia, nomeada *Global Compact* propôs criar uma economia global mais inclusiva e sustentável e foi baseada em dez princípios: respeitar e proteger os direitos humanos; censurar violações de direitos humanos; apoiar a liberdade de associação no trabalho; cessar o trabalho forçado; abolir o trabalho infantil; acabar a discriminação no ambiente de trabalho; apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais; promover a responsabilidade ambiental; encorajar tecnologias que não agredam o meio ambiente e lutar contra toda forma de corrupção.

A Conferência das Nações Unidas em Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro, delineou o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e dos hiatos na implementação das decisões empregadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes (UNCED, 2012).

Pode-se dizer que a definição abrangente de Brundtland está na raiz de muitas controvérsias e há um considerável desacordo entre estudiosos de diferentes áreas a respeito de “como” ela pode ser operacionalizada e de que maneira a sustentabilidade pode ser mensurada. A definição de Brundtland não é, a rigor, uma definição conforme Kirkby et al. (1995), mas sim um *slogan*. Segundo os autores, a definição de Brundtland não explica as noções de necessidades e desejos humanos, e a preocupação com as gerações futuras é tão problemática quanto a sua operacionalização. Em um cenário de escassez de recursos, esse pressuposto se torna uma contradição, como a de que os consumidores potenciais, geração futura, são incapazes de acessar o mercado presente fazendo sua presença ser captada no atual mercado de recursos não renováveis (MARTINEZ-ALIER, 1987).

A agenda de Brundtland prevê a conciliação do crescimento econômico com a preservação do meio ambiente e preconiza a justiça social e o desenvolvimento humano incorporando o quadro de referência da equidade social e da distribuição e utilização igualitária dos recursos naturais. É válido explicitar que a sustentabilidade, significa coisas diferentes para diferentes povos, embora as teorias de

sustentabilidade enfatizem a primazia da justiça social, a posição é frequentemente invertida, ficando a justiça subordinada à sustentabilidade (REDCLIFT, 1987).

Modelos de previsão do futuro associados à economia mundial destacam que os recursos são limitados e seu mau uso levaria a um colapso global ainda no século XXI; então, o desenvolvimento sustentável manifesta-se como resposta ao equilíbrio dos aspectos ambientais, econômicos e sociais, que na prática, corrobora com a ideia de que a sustentabilidade pode ser associada à arte de fazer negócios num mundo interdependente (FREEMAN, 1996).

Sustentabilidade é um refinamento das necessidades e predileções das partes envolvidas (grupos comunitários, instituições educacionais e religiosas, força de trabalho e público), reforçando a rede de relacionamentos que as mantém integradas (SAVITZ; WEBER, 2007).

Hart (1998) afirma existir muitas definições de sustentabilidade, porque existem muitas pessoas tentando definir o termo. O fato de existir muitas definições não é problema, pois as pessoas têm diferentes maneiras de olhar e perceber e, além disso, havendo diferentes definições, ocasionam-se várias maneiras de discutir um conceito que é difícil.

Pode-se observar que o conceito de sustentabilidade é inspirado por múltiplos objetivos, por interdependências complexas e consideráveis. No quadro 1, são sumarizados alguns conceitos sobre o tema.

QUADRO 1 – CONCEITOS SOBRE SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

| Autores | Conceitos sobre sustentabilidade |
|--------------------------------------|---|
| Relatório de Bruntland (CMMAD, 1991) | Refere-se ao atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades. |
| Hawken (1993) | Estado econômico em que as demandas colocadas no ambiente, por pessoas e pelo comércio, podem ser atendidas sem diminuir as capacidades do ambiente em fornecer as futuras gerações. |
| Gladwin, Kennelly e Krause (1995) | O desenvolvimento sustentável é um processo para alcançar o desenvolvimento humano de forma inclusiva, equitativa, conectada, segura e prudente. |
| Banerjee (2002) | Processo de mudança em que a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as alterações institucionais são realizadas de maneira consistente em relação às necessidades atuais e futuras. |
| Savitz e Weber (2007) | A empresa sustentável é aquela que gera lucro para os acionistas, ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente e melhora a vida das pessoas com quem mantém interações. |

FONTE: Autora (2014).

Banerjee (2002) afirmar que o conceito de sustentabilidade considera a consonância do crescimento econômico com a manutenção do meio ambiente, além de evidenciar a justiça social e o desenvolvimento humano; como uma distribuição e utilização equilibrada de recursos. Desse modo, operar de forma sustentável é uma questão importante, não se trata de modismo ou parte de anúncios de marketing. As organizações inovadoras e com avançadas tecnologias, preocupadas com questões de sustentabilidade já apontaram a necessidade de rever processos e conscientizar *stakeholders* quanto aos papéis e responsabilidades na cadeia de valor.

O conceito de sustentabilidade corporativa repercute em novos modelos de gestão de negócios, levando em conta no processo de tomada de decisão as dimensões econômica, as dimensões social e ambiental. Tal conceito parte da apuração de que as atividades produtivas ou prestadoras de serviços geram impactos positivos e negativos. São exemplos de impactos positivos o desenvolvimento econômico e social a partir da instalação de indústrias, ou ainda, a

melhoria da qualidade de vida de comunidades quando agraciadas com oportunidades de emprego. Ao contrário, são exemplos de impactos negativos a poluição do ar, a emissão de gases de efeito estufa, o aumento de ruído ou, ainda, o crescimento desordenado de determinado local em função de uma interferência não planejada por parte de uma atividade produtiva (ZYLBERSZTAJN; LINS, 2010).

2.1.1. Dimensões da sustentabilidade

É explícito que não existe um consenso entre os autores sobre quais são as dimensões que formam a sustentabilidade. Além disso, pode-se encontrar referência às dimensões como sendo aspectos da sustentabilidade ou fatores. Neste trabalho optou-se pelos termos dimensão, aspectos e abordagens.

Fialho et al. (2008, p. 106) estabelecem que “apesar de apresentarem similaridades nas áreas prioritárias identificadas, são interdependentes, ou seja, não é possível isolá-las”.

Pode-se dizer que três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) estão presentes e são similares conforme autores (SACHS, 1993; OECD, 1993; SPANGERBER; BONNIOT, 1998; CATALISA, 2003; PAWLOWSKI, 2008; WERBACH, 2010;). No entanto, outras dimensões são referenciadas, a cultural (SACHS, 1993; CATALISA, 2003; WERBACH, 2010), a espacial (SACHS, 1993; CATALISA, 2003), a institucional (OECD, 1993; SPANGERBER; BONNIOT, 1998), a política (CATALISA, 2003; PAWLOWSKI, 2008), a moral (PAWLOWSKI, 2008), a legal (PAWLOWSKI, 2008), a técnica (PAWLOWSKI, 2008), e Catalisa (2003) inclui a ecológica, distinguindo-a da ambiental.

Para Sachs (1993) as dimensões da sustentabilidade não se apresentam apenas no contexto empresarial, mas sim, em um contexto global, sendo retratados em cinco dimensões distintas:

- Econômica: essa deve ser repensada no seu sentido macroeconômico, isso se torna possível por meio da alocação e do gerenciamento mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados de origem interna que tenham como objetivo o alcance dessa forma de crescer. Precisam ser considerados também fatores como a queda das barreiras protecionistas existentes entre países, a dificuldade de acesso às novas tecnologias, as dívidas externas e internas, além das desigualdades de renda de países em desenvolvimento.

- Social: entende-se como a criação de um processo de desenvolvimento sustentável pela visão de uma sociedade equilibrada, que busca um novo estilo de vida adequado ao momento presente e ao futuro. Busca o desenvolvimento econômico aliado a uma melhoria significativa na qualidade de vida da população mundial, ou seja, maior equidade na distribuição de renda, melhorias na saúde, na educação, nas oportunidades de emprego, etc.

- Ecológica: nesta dimensão, deve-se levar em consideração o uso racional dos recursos naturais, o consumo de combustíveis fósseis, de recursos renováveis e não renováveis em geral; reduzir o volume de resíduos e de poluição com aplicação da política 3R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar); intensificar a pesquisa para a obtenção de tecnologias de baixo teor de resíduos e eficientes no uso de recursos para o desenvolvimento urbano, rural e industrial; definir normas para uma adequada proteção ambiental. É necessário pensar em processos produtivos que utilizem quantidades menores de recursos naturais, produzindo de modo a atender à demanda da população mundial sem gerar degradação ambiental.

- Cultural: devem-se levar em consideração os valores culturais específicos de cada sociedade, promovendo processos que busquem mudanças dentro da continuidade cultural e que traduzam o conceito normativo de eco desenvolvimento em um conjunto de soluções específicas para o ecossistema. A cultura é uma resposta do homem, como espécie, a sua necessidade de sobrevivência dentro do ecossistema, buscando sua adaptação neste. Dessa forma, tem-se uma situação em que a diversidade biológica está unida a uma diversidade cultural na busca do desenvolvimento sustentável.

- Espacial: está relacionada com o estabelecimento de uma configuração adequada da distribuição das populações rural e urbana no território, buscando um equilíbrio entre a distribuição dessas populações e das atividades econômicas e reduzindo a concentração excessiva nas áreas metropolitanas. A concentração demográfica excessiva nas áreas urbanas causa perda da biodiversidade. É preciso preservar ecossistemas frágeis promovendo a agricultura e a exploração das florestas com auxílio de técnicas modernas, regenerativas, por pequenos agricultores; explorar o potencial da industrialização descentralizada, acoplada à nova geração de tecnologias limpas.

A Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1993) destaca que o desenvolvimento sustentável contempla três dimensões, a

econômica, a social e a ambiental, apoiadas numa dimensão considerada transversal a todo este processo que é a dimensão institucional composta pelas formas de governo, legislação, organizações e sociedade civil, pois são considerados agentes aceleradores do processo de desenvolvimento. Essa mesma abordagem é adotada por algumas organizações mundiais, como a ONU e a União Europeia.

No âmbito das organizações em geral, destaca-se o tripé da sustentabilidade, ou *triple bottom line*, na expressão original cunhada por John Elkington (1997) que se tornou popular no ambiente empresarial com o livro *Cannibals with forks*. Para ele, o modelo de negócio tradicional, que considerava somente os fatores econômicos (lucro) na avaliação de uma empresa, expande-se para um novo modelo ao contemplar o desempenho ambiental (planeta) e social (pessoas) da empresa, além da financeira. Dessa forma, Elkington (1997) sugere que as empresas avaliem o sucesso não só com base no desempenho financeiro (geralmente expresso em termos de lucro, retorno sobre o investimento, ou valor para os acionistas), mas também sob o ponto de vista de seu impacto sobre a economia mais ampla, sobre o meio ambiente e sobre a sociedade em que atua.

Nessa linha, Spangerberg e Bonniot (1998) apresentam a dimensão institucional. Para os autores, a sustentabilidade institucional é uma meta política composta, porque os critérios sociais, ambientais e econômicos devem ser considerados com igual importância. Desse modo, não são aceitáveis, numa sociedade sustentável, a degradação ambiental, a violação da dignidade humana pela pobreza ou outras ameaças e nem a bancarrota pública ou privada, aí se enquadrando o conceito da sustentabilidade institucional (LIMA, 2005).

Catalisa (2003) apresenta sete dimensões:

- Econômica: trata do público e do privado, da regularização do fluxo desses investimentos, da compatibilidade entre padrões de produção e consumo, do equilíbrio de balanço de pagamento, do acesso à ciência e à tecnologia.
- Social: envolve as questões ligadas à melhoria da qualidade de vida da população, à equidade na distribuição de renda e à diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular.
- Ambiental: conservação geográfica, equilíbrio de ecossistemas, erradicação da pobreza e da exclusão, respeito aos direitos humanos e integração social.

- Cultural: está relacionada ao respeito aos diferentes valores entre os povos e ao incentivo a processos de mudança que acolham as especificidades locais, além da manutenção dos valores e da cultura locais, visando à preservação do patrimônio cultural.

- Espacial: trata do equilíbrio entre o rural e o urbano, do equilíbrio de migrações, da desconcentração das metrópoles, da adoção de práticas agrícolas mais inteligentes e não agressivas à saúde e ao ambiente, do manejo sustentado das florestas e da industrialização descentralizada.

- Política: a evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos, a construção de espaços públicos comunitários, maior autonomia dos governos locais e descentralização da gestão de recursos.

- Ecológica: encontra-se vinculada ao uso dos recursos naturais, com o objetivo de minimizar danos aos sistemas de sustentação da vida: redução dos resíduos tóxicos e da poluição, reciclagem de materiais e energia, conservação, tecnologias limpas e de maior eficiência e regras para uma adequada proteção ambiental.

Catalisa (2003) afirma que a sustentabilidade envolve questões econômicas, sociais, culturais e ambientais, sendo que o nível de influência e de compreensão que abrange a cultura e a sociedade está diretamente ligada aos indivíduos e ao seu comportamento e, principalmente, às suas ações. Assim, adquire um aspecto sistêmico, relacionado com a continuidade dos elementos intrínsecos ao desenvolvimento humano, não podendo ser compreendida, mas apenas relacionada às questões ambientais. Portanto, os eixos que envolvem a sustentabilidade devem ser contemplados com equilíbrio e igualdade por parte dos setores públicos e privados, a fim de que possam garantir o bem-estar da população.

Pawlowski (2008) sugere sete dimensões e baseia sua discussão na reflexão sobre a responsabilidade moral da humanidade com a natureza. As sete dimensões, segundo o autor encontram-se interligadas pela influência que exercem uma nas outras:

- Econômica e legal: as perspectivas econômicas e legais estão mais relacionadas se comparadas às demais, isso porque, para incluir o aspecto ambiental a um mercado competitivo, cujo principal objetivo é o lucro, os instrumentos econômicos ao lado dos técnicos servirão para definir uma política de proteção ao meio ambiente. Assim, taxas e impostos pagos pela poluição e

utilização de recursos naturais sob um setor industrial e subsídios para empresas que desenvolvam projetos ambientais podem ser definidos para enquadrar o desenvolvimento sustentável a um mercado econômico, e isso se faz por meio de legislações.

- Social: o ambiente social envolve costumes, tradições, cultura, espiritualidade, relações interpessoais, relações homem e natureza, e estas podem sofrer degradação assim como ocorre no ambiente natural. Para Pawlowski (2008, p. 83), “o ambiente social deve salvaguardar os fundamentos sobre os quais a existência dos indivíduos baseia-se, em ambos os seus aspectos materiais e espirituais”.

- Ecológica: relaciona-se com a preservação da natureza, dirigindo-se às ações que possibilitem, por exemplo, a proteção de recursos naturais, a criação de áreas de preservação ambiental e a diminuição da poluição. Porém, além da conservação da natureza, a dimensão ecológica se relaciona também com a criação e a manutenção de áreas adequadas para habitação do homem.

- Moral: o autor diz que o desenvolvimento sustentável tem um imperativo ético e faz referência a vários conceitos filosóficos. O sistema ético se viu compelido a examinar a possibilidade da degradação do meio ambiente e a sobrevivência da humanidade em um cenário de risco. Assim, diante dessas circunstâncias, houve uma mudança qualitativa da natureza da atividade humana, de modo que o surgimento da obrigação ambiental, com base na ética da responsabilidade, defende que o homem deve agir, porém atentando para os efeitos dessa ação para que elas sejam compatíveis com a continuidade da vida humana.

- Técnica: o desenvolvimento econômico, que foi o grande responsável pela degradação ambiental, foi realizado pelo avanço industrial, e este se deu pela inserção da tecnologia; e é justamente ela que pode, agora, trabalhar em prol da natureza. A ideia, agora, é criar ferramentas tecnológicas que atendam às necessidades industriais e de produção, porém elas agiriam também de forma a diminuir os impactos ambientais, cuja estratégia seria reutilizar e recriar matérias-primas e energia, é a chamada ecologia industrial advinda do fenômeno da inovação.

- Política: refere-se às estratégias políticas adotadas pelas autoridades governamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável. O papel dos políticos é fundamental para legitimar e regular as ações de proteção ambiental.

Já para Werbach (2010), a sustentabilidade tem quatro dimensões igualmente importantes ao invés dos três apresentados no *triple bottom line*:

- Econômica (operar com lucro): ações que dizem respeito a como as pessoas e as empresas satisfazem suas necessidades. Por exemplo, garantindo que alimentos, água, moradia e bem-estar das pessoas e empresas se tornem lucrativos, de maneira que possam continuar existindo no futuro.

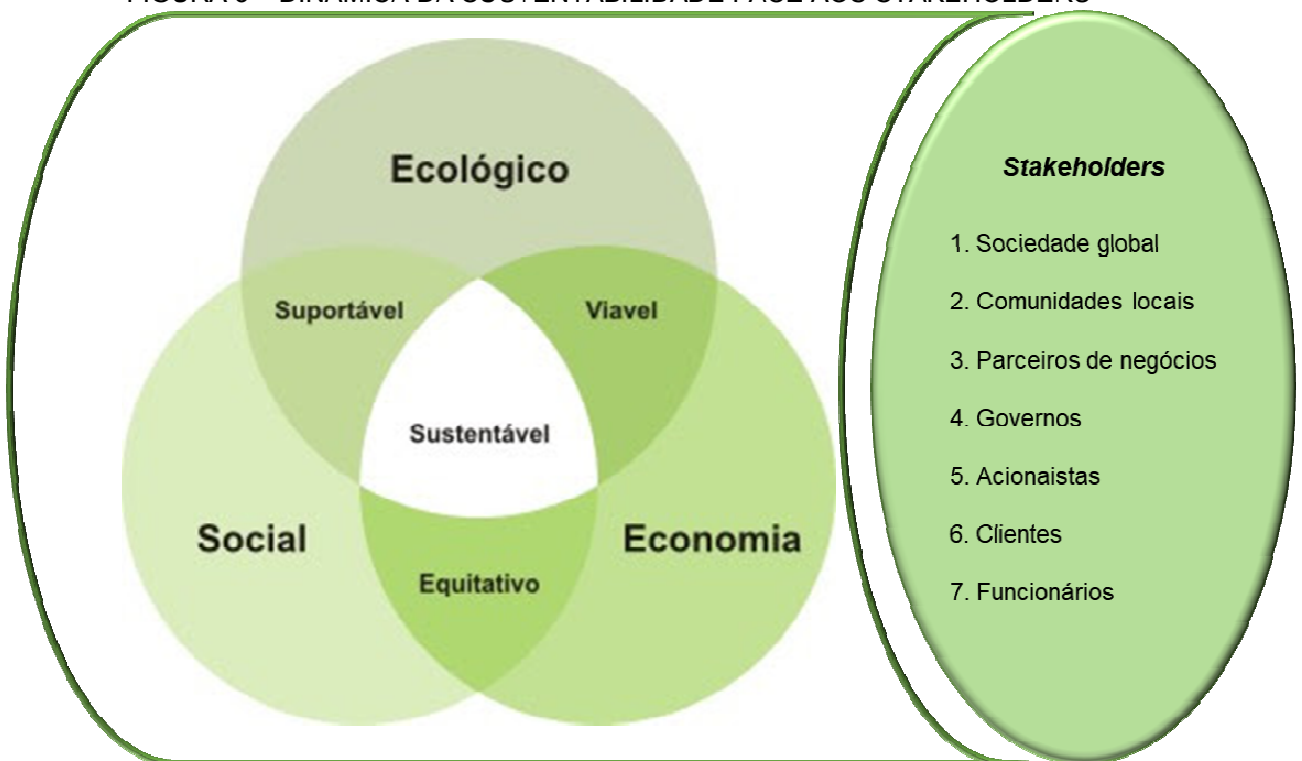
- Social (agir levando em conta as outras pessoas): ações e condições que afetam todos os membros da sociedade. Por exemplo, pobreza, violência, injustiça, educação, saúde pública, trabalho e direitos humanos.

- Ambiental (proteger e restabelecer o ecossistema): ações e condições que afetam a ecologia da Terra. Por exemplo, mudança climática, preservação de recursos naturais e prevenção de lixo tóxico.

- Cultural (proteger e valorizar a diversidade cultural): ações por meio das quais as comunidades manifestam sua identidade e cultivam tradições de geração em geração.

Silva (2015) conceitua a sustentabilidade como o equilíbrio dinâmico entre as dimensões social e cultural, econômica, ecológica e geográfica. E com isto requer a busca por soluções para o sistema como um todo, mediante a articulação da equidade, justiça, liberdade e a plena vigência das garantias de natureza socioeconômica, cultural e política. Para isso é necessário o gerenciamento das atividades e a medição do desempenho das ações que possam interferir neste equilíbrio. Tanto que Satoro (2012) declara que uma das formas de tornar um sistema sustentável é gerenciar a integração das referidas dimensões, o que exige um método de medição que aponte o grau de sustentabilidade; este autor afirma que estes métodos podem ser elaborados para incremento financeiro, com base em funções matemáticas, justificada na proposição de que a sustentabilidade deriva do benefício econômico; ou com base nos indicadores físicos, sabendo que a sustentabilidade é dada pelo bem-estar da relação sociedade e meio ambiente. O delineamento teórico desta dinâmica é visualizado na figura 3 e descrito no quadro 2 que seguem.

FIGURA 3 – DINÂMICA DA SUSTENTABILIDADE FACE AOS STAKEHOLDERS



FONTE: Adaptado pela Autora a partir dos conceitos em Silva (2015) e em Satoro (2012).

QUADRO 2 – DESCRIÇÃO DA DINÂMICA DA SUSTENTABILIDADE FACE AOS *STAKEHOLDERS*

| Elemento | Descrição |
|---------------------|---|
| Ecológico | Meio ambiente e seu aspecto físico e de inter-relação entre os organismos que nele habitam. |
| Econômico | Geração de riquezas pela transformação de recursos disponíveis, que geram riqueza, maximizam o progresso e o desenvolvimento endógeno. |
| Social | Interações coletivas entre populações humanas, homogêneas ou não, envolvendo os indivíduos, grupos e comunidades. |
| Sustentável | Aspecto da sustentabilidade pela qual a geração de riqueza atual possibilita o consumo das gerações futuras e de forma ambientalmente viável. |
| Viável | Relação entre fatores ecológico e econômico, a partir do qual é possibilitado a gestão dos recursos como fonte de riqueza. |
| Equitativo | Relação entre fatores econômico e social por meio do qual se verifica equidade na distribuição da riqueza. |
| Suportável | Relação positiva entre o coletivo de indivíduos e os recursos dispensados pelo meio ambiente. |
| <i>Stakeholders</i> | São todos os atores sociais que incidem na relação de sustentabilidade, mas que também podem influenciar a relação. |

FONTE: Adaptado pela Autora a partir dos conceitos em Silva (2015) e em Satoro (2012).

O quadro 3 apresenta a síntese das dimensões sugeridas pelos principais autores identificados na literatura.

QUADRO 3 – DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

| Autores | Dimensões |
|-----------------------------|---|
| Sachs (1993) | Econômica, Social, Ecológica, Cultural e Espacial. |
| OECD (1993) | Econômica, Social, Ambiental e Institucional. |
| Elkington (1997) | Econômica, Social e Ambiental. |
| Spangerber e Bonniot (1998) | Econômica, Social, Ambiental e Institucional. |
| Catalisa (2003) | Econômica, Social, Ambiental, Cultural, Espacial, Política e Ecológica. |
| Pawlowski (2008) | Econômica, Social, Ambiental, Moral, Legal, Técnica e Política. |
| Werbach (2010) | Econômica, Social, Ambiental, Cultural. |
| Silva e Satoro (2015) | Social, Cultural, Econômica, ambiental e Geográfica |

FONTE: Autora (2014).

Percebe-se que todos os autores apresentam três dimensões em comum: econômica, social e ambiental. Essas dimensões são utilizadas para mensuração dos resultados e elaboração dos relatórios de sustentabilidade no contexto empresarial. Conforme Van Marrewijk (2003), embora exista um debate quanto à definição do termo sustentabilidade corporativa, uma definição geral do termo se refere às atividades empresariais que demonstram a inclusão de aspectos sociais e ambientais na operação do negócio e nas interações com *stakeholders*. Nesse sentido, a maioria dos autores enfatiza, no contexto empresarial, a elaboração de estratégias voltadas para essas três dimensões no intuito de buscar o equilíbrio.

Compete às organizações e aos pesquisadores repensarem a necessidade da inclusão das demais dimensões da sustentabilidade nas estratégias

organizacionais e modelos de indicadores de resultados, pois ambas são interligadas e interdependentes e contribuem para a busca da sustentabilidade. Conforme Bellen (2008), apresentar progresso em direção à sustentabilidade é uma escolha da sociedade, das organizações, das comunidades e dos indivíduos, devendo existir um grande envolvimento de todos os segmentos.

Para garantir o sucesso do desenvolvimento sustentável, esta precisa ser entendido como um processo dinâmico, estruturado conscientemente, exigindo mudanças profundas nas organizações e especialmente no comportamento humano (SCHÖGGL, 2012).

Para que a organização consiga introduzir o conceito do *Triple Bottom Line*, ela deve estar preparada para mudanças organizacionais, como na forma em que tomam suas decisões e por fim na sua relação com seus consumidores e a sua sociedade (BENITES; POLO, 2013).

Elkington (2012) acrescenta que a organização que se recusar aos desafios impostos pelos pilares da sustentabilidade corre o risco de ser extinta em um ambiente competitivo. O autor acrescenta que a organização aceitando os desafios dos três pilares terá pela frente um processo árduo, entretanto, com potencial para gerar recompensas futuras. Ou seja, com a introdução do conceito do *Triple Bottom Line*, as organizações poderão obter vantagem competitiva (MASCARENHAS; SILVA, 2013).

2.2.PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Algumas mudanças no mercado mundial, como a globalização, a rápida evolução tecnológica e o aumento da competitividade, têm influenciado no aumento da demanda por novos produtos (KOTLER; KARTAJAYA; SETIAWAN, 2010). Esse ambiente competitivo tem exigido mais qualidade e velocidade no lançamento de novos produtos e, conseqüentemente, aumentado a complexidade do PDP e gerado uma maior preocupação com a eficiência e a eficácia desse processo (DUYSTERS et al., 2008).

As empresas visando melhorar a gestão do PDP utilizam de estruturas de PDP, divididas em fases seguidas por pontos de decisão, sendo o objetivo a avaliação de continuidade do projeto e os riscos envolvidos nessa decisão (COOPER, 2008). Entretanto, essas estruturas de PDP podem variar na quantidade

de fases e nível de detalhes, conforme alguns fatores (CLARK; FUJIMOTO, 1991; CLARK; WHEELWRIGHT, 1993): tipo de produto, grau de inovação da tecnologia, amplitude de mudança de processo e projeto, complexidade do produto e complexidade organizacional.

Além da importância de utilizar uma estrutura de PDP como referência, Cooper (2008) sugere algumas ações para melhor gerir esse processo: o produto deve ser diferenciado proporcionando benefícios ao cliente, ter orientação para um mercado atrativo, ter velocidade para lançar o novo produto, dedicar mais tempo à macrofase de pré-desenvolvimento, integrar as áreas envolvidas no PDP e alinhar o PDP as estratégias da empresa. Barczak et al. (2009) entendem que há uma primordialidade em valorizar a gestão do PDP focando na utilização de métodos e ferramentas de suporte ao PDP, na gestão das ideias, no treinamento em gestão de projetos, no apoio da comunicação da equipe e na participação da alta administração na liderança do PDP.

No entanto, não é tarefa simples estruturar e gerenciar o PDP para alcançar resultados positivos, devido o PDP ser interdisciplinar e multifuncional e, portanto, deve ser conduzido de forma integrada (TIDD et al., 2008). Por isso, o PDP é constantemente objeto de investigação de várias disciplinas com diferentes perspectivas de análise e fragmentação do processo, com objetivos distintos que geram conflitos de interesses entre as áreas de conhecimento, como: marketing, engenharia, administração e design (MALTZ et al., 2001).

No nível operacional do PDP, são empregados arranjos organizacionais alinhados com a estratégia e cultura da empresa para melhor estruturar esse processo, os arranjos podem aparecer na forma funcional, autônoma ou por projeto e matricial (SOUSA MENDES; TOLEDO, 2003). Hultink e Robben (1995) mencionam que o monitoramento do PDP por meio de indicadores de desempenho impacta positivamente no resultado do PDP. Alguns autores como Griffin e Page (1993) e Driva et al. (2000) sugerem vários indicadores de desempenho para o PDP, de caráter financeiro ou operacional, que estão ligados ao desempenho do produto no mercado ou ao seu respectivo desenvolvimento.

Dentre os fatores de melhoria da gestão do PDP mencionados, destaca-se a necessidade de integração do PDP por meio de equipes multidisciplinares e utilização de ferramentas de suporte para execução das atividades do PDP, visando

uma linguagem comum entre as equipes envolvidas no processo (SONG; NOH, 2006).

Além de melhorar o desempenho do PDP e atender as exigências do mercado, outros temas relacionados a esse processo são abordados na literatura como, por exemplo: a relação do PDP com o ciclo de vida do produto desde a extração de matéria-prima até o seu descarte para sobrevivência das empresas (ROOZENBURG; EEKELS, 1995; CRAWFORD; BENEDETTO, 2000), a influência da gestão do conhecimento no PDP (AMARAL; ROZENFELD, 2003) as dificuldades de se trabalhar de forma colaborativa com times de projetos dispostos em locais distantes (SALMINEN et al., 2000).

Diante do exposto, resume-se que o PDP é um tema amplo, complexo e recorrente principalmente no emprego de instrumentos de suporte na execução das atividades do PDP, com objetivo de um melhor desempenho em termos de qualidade, tempo e produtividade para atender o aumento das exigências do mercado. Após essa caracterização do PDP, a próxima seção faz um mapeamento das estruturas de PDP disponíveis na literatura e analisa os conteúdos e as suas diferenças essenciais.

2.2.1. Modelos tradicionais de PDP

É importante destacar que há várias formas de estruturar o PDP, com diferentes quantidades de fases, atividades, aplicação de técnicas e utilização de ferramentas, conforme a particularidade de cada empresa. Entretanto, os objetivos dessas estruturas de PDP são praticamente os mesmos, ou seja, buscam aperfeiçoar a distribuição dos recursos, melhorar o fluxo de informações, reduzir o tempo e custos de desenvolvimento, minimizar os riscos e falhas e atingir o sucesso com o PDP (CAMPOS; RIBEIRO, 2011).

Além disso, as estruturas de PDP devem representar claramente o esquema operacional do PDP para proporcionar uma visão macro das etapas do processo e facilitar o entendimento de todos os envolvidos e, ainda, dar suporte para tomada de decisões (KRISHNAN, ULRICH, 2001). Na opinião de Mendes (2008) e Schmidt et al. (2009) as estruturas de PDP podem ser específicas a uma empresa e, também, ser genérica e aplicável a qualquer tipo de PDP, indiferente da quantidade de fases, atividades e formas de controle. Em contrapartida, Rudder et al. (2001) e Jung et al.

(2008) apontam que é imperativo considerar que as estruturas de PDP são apreciadas por diferentes pessoas que focam em características específicas da estrutura de PDP, quando as utilizam no cotidiano das organizações.

Logo, as empresas devem entender que essas estruturas de PDP são genéricas e precisam ser adequadas às suas necessidades, conforme as características dos projetos a serem desenvolvidos. Desta forma, pode-se definir o conceito de estrutura de desenvolvimento de produtos como uma forma de sistematizar, documentar e padronizar o PDP, para que ele possa ser integrado e utilizado pelos envolvidos no PDP (ROZENFELD et al., 2006; JUNG et al., 2008).

Como existem muitos trabalhos publicados na literatura, datados desde 1960 propondo estruturas de PDP foi realizado um mapeamento na literatura e selecionadas 30 estruturas de PDP, conforme procedimentos metodológicos descritos no capítulo de métodos de pesquisa (seção 3.2.2). Devido às estruturas de PDP considerarem as fases e atividades em momentos diferentes do PDP foi realizado um encaixe na estrutura de PDP proposta por Rozenfeld et al. (2006), que está ilustrada na Figura 4.

FIGURA 4 – MODELO DE PDP DE ROZENFELD



FONTE: Rozenfeld et al.(2006)

A estrutura de Rozenfeld (2006) foi utilizada como referência por considerar todo o ciclo de vida do produto e possuir três macrofases (Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvido) que englobam nove fases (Planejamento Estratégico dos Produtos, Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção do Produto, Lançamento do

Produto, Acompanhar produto e Processo e Descontinuar o Produto no Mercado), os detalhes da função de cada macrofase e fase dessa estrutura estão descritas na proposta de estruturação do PDP integrando as dimensões da sustentabilidade (seção 2.4).

Esta análise estratificou as fases das 30 estruturas de processos de desenvolvimento de produtos em um plano linear padrão, para ser possível visualizar as interfaces entre as fases, comparar e melhor compreendê-las. Também, buscou-se identificar as estruturas de PDP que integram aspectos relacionados ao tema sustentabilidade nas suas fases para melhor discutir e embasar a elaboração da proposta deste trabalho. O Quadro 4 ilustra as fases das estruturas de PDP em ordem crescente dos períodos e, em seguida, são discutidos os principais pontos da análise de conteúdo destas estruturas.

QUADRO 4 – MODELOS DE REFERÊNCIA DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

| Autor | Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) | | | | | | | | |
|-------------------------|---|--|--|---|---|--|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Pré Desenvolvimento | | Desenvolvimento | | | | | Pós Desenvolvimento | |
| | Planejamento Estratégico dos Produtos | Planejamento do Projeto | Projeto Informacional | Projeto Conceitual | Projeto Detalhado | Preparação da Produção e Produto | Lançamento do Produto | Acompanhar Produto e Processo | Descontinuar o produto no mercado |
| Asimow (1962) | a) estudo de viabilidade | | | b) projeto preliminar | c) projeto detalhado | d) planejamento da produção e) produção | | | |
| Archer (1971) | a) formulação de política | | b) análise preliminar | c) estudo de viabilidade d) desenvolvimento de projeto | e) desenvolvimento de protótipo f) estudo de negócios | g) planejamento da produção h) produção | i) preparação de mercado e ferramentas j) produção e vendas | | |
| Kotler (1974) | a) gerar ideias b) efetuar triagem de ideias | | | c) desenvolvimento e teste de conceito d) desenvolvimento da estratégia de marketing e) análise comercial | f) desenvolver o produto | | g) teste no mercado h) comercialização | | |
| Pahl e Beitz (1977) | | | a) especificar os requisitos da tarefa a partir do mercado, empresa e economia | b) determinar o conceito do design c) efetuar o design preliminar ou layout preliminar | d) detalhar o design ou layout definitivo e) documentar | | | | |
| Bonsiepe (1978) | a) descobrir e valorizar uma necessidade b) analisar | c) formular o problema d) levantar os requisitos e) fracionar o problema f) hierarquizar os problemas | g) analisar as soluções existentes | h) desenvolver alternativas i) verificar e selecionar alternativas | j) elaborar os detalhes particularidades k) prototipar l) avaliar m) modificar o protótipo | n) fabricar pré-série | | | |
| Andreasen e Hein (1987) | a) identificando uma oportunidade | | b) plano do produto c) produto preliminar | | | d) preparação para produção | e) lançamento do produto | | |

| Autor | Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) | | | | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------------|---|--|---|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Pré Desenvolvimento | | Desenvolvimento | | | | | Pós Desenvolvimento | |
| | Planejamento Estratégico dos Produtos | Planejamento do Projeto | Projeto Informacional | Projeto Conceitual | Projeto Detalhado | Preparação da Produção e Produto | Lançamento do Produto | Acompanhar Produto e Processo | Descontinuar o produto no mercado |
| Park e Zaltman (1987) | a) gerar ideias b) selecionar as idéias | | | c) gerar o conceito do produto d) analisar a performance do mercado e) desenhar o mix de marketing | | | f) teste de mercado g) comercialização | | |
| Suh (1988) | a) identificar uma necessidade social | | b) determinar os requisitos funcionais | c) determinar os atributos do produto | d) prototipar | e) produzir o produto | | | |
| Clark e Fujimoto (1991) | | | | a) concepção do produto | b) planejamento do produto c) projeto do produto | d) projeto do processo e) produção piloto | | | |
| Rosenthal (1992) | a) validação da ideia | | | b) projeto conceitual | c) especificação e projeto d) protótipo, produção e teste | e) início da manufatura | | | |
| Wheelwright e Clark (1992) | a) conceito b) planejamento do produto | | c) engenharia do produto/processo d) produção piloto/aumento da produção | | | | | | |
| Cooper (1993) | a) idealização | | b) investigação preliminar | | c) investigação detalhada d) desenvolvimento e) teste e validação | f) teste e validação g) produção e lançamento | | | |
| Slack et al.(1993) | a) geração do conceito b) triagem | | | c) projeto preliminar | d) avaliação e melhoria e) prototipagem e projeto final | | | | |

| Autor | Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------------------|--------------------------|--|--|--|--------------------------|--|-----------------------------------|
| | Pré Desenvolvimento | | Desenvolvimento | | | | | Pós Desenvolvimento | |
| | Planejamento Estratégico dos Produtos | Planejamento do Projeto | Projeto Informacional | Projeto Conceitual | Projeto Detalhado | Preparação da Produção e Produto | Lançamento do Produto | Acompanhar Produto e Processo | Descontinuar o produto no mercado |
| Roozenburg e Eekels (1995) | a) formulação de objetivos e estratégias b) política de produto c) geração e seleção de idéias d) idéia de novo negócio | | | e) desenvolvimento do projeto f) desenvolvimento do protótipo g) estudo de mercado | | h) desenvolvimento da produção i) planejamento da produção j) preparação do ferramental e do mercado | k) produção e vendas | | |
| Prasad (1997) | a) definição da missão da empresa | | | b) definição do conceito | c) engenharia e análise d) projeto do produto e) prototipagem f) planejamento e operacionalização de engenharia | g) operacionalização e controle da produção h) fabricação | | i) melhoria, suporte e entrega continuas | |
| Fleischer e Liker (1997) | a) identificação de necessidade do cliente | | | b) desenvolvimento de conceito c) análise de mercado | d) projeto de protótipo e) construção/teste de protótipo f) projeto final | g) projeto de ferramentas/fazer ferramentas/instalar ferramentas/comprar partes | h) lançamento do produto | | |
| Baxter (2003) | a) oportunidade de negócio | b) especificações do projeto | | c) projeto conceitual | d) projeto de configuração e) projeto detalhado | f) projeto de fabricação | | | |
| Crawford e Benedetto (2000) | a) identificação e seleção de oportunidades | | | b) gerar o conceito c) avaliar o conceito | d) desenvolvimento técnico | | e) lançamento no mercado | | |
| Kaminski (2000) | a) especificar tecnicamente as necessidades b) estudar a viabilidade | | | c) efetuar o projeto básico | d) efetuar o projeto executivo | e) planejar a produção | f) executar | | |
| Romano (2003) | | a) planejamento do projeto | b) projeto informacional | c) projeto conceitual d) projeto preliminar | e) projeto detalhado | f) preparação da produção | g) lançamento do produto | h) validação | |

| Autor | Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) | | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|---|---|---|--|--|-----------------------------------|
| | Pré Desenvolvimento | | Desenvolvimento | | | | | Pós Desenvolvimento | |
| | Planejamento Estratégico dos Produtos | Planejamento do Projeto | Projeto Informacional | Projeto Conceitual | Projeto Detalhado | Preparação da Produção e Produto | Lançamento do Produto | Acompanhar Produto e Processo | Descontinuar o produto no mercado |
| Paula (2004) | a) identificação e seleção da oportunidade de negócio | | | b) geração e seleção de conceito | c) detalhamento e seleção do conceito detalhado d) desenvolvimento e análise do produto e processo | e) execução da produção e do plano de marketing | f) conclusão do PDP g) registro do produto na ANVISA e lançamento do produto e avaliação pós-vendas | | |
| Pahl et al.(2005) | a) planejamento e esclarecimento da tarefa de projeto | | | b) projeto conceitual c) projeto preliminar ou anteprojeto | d) projeto detalhado | | | | |
| Cruhl e Diehl (2006) | b) desenvolvimento de uma análise SWOT e definição dos objetivos c) seleção do produto f) desenvolvimento da estratégia e do briefing com foco no design sustentável g) geração e seleção de idéias | a) criação da equipe e planejamento do projeto | d) definição de requisitos sustentáveis para o produto e) análise de impactos | h) desenvolvimento dos conceitos | i) avaliação sob a visão do design sustentável | | | j) implementação e acompanhamento | |
| Rozenfeld et al.(2006) | a) planejamento estratégico dos produtos | b) planejamento do projeto | c) projeto informacional | d) projeto conceitual | e) projeto detalhado | f) preparação da produção do produto | g) lançamento do produto | h) acompanhar produto e processo | i) descontinuar o produto |
| Ulrich e Eppinger (2007) | a) processos de desenvolvimento e organizações b) planejamento do produto c) identificação das necessidades do consumidor d) gerenciamento de projeto de desenvolvimento de produto | | e) especificações do produto f) geração de conceitos g) seleção de conceitos h) teste do conceito | | i) arquitetura do produto j) desenho industrial k) projeto para manufatura l) prototipagem m) projeto robusto | n) economia para o desenvolvimento de produtos o) projeto de patente | | | |
| Back et al.(2008) | | a) planejamento do projeto | b) projeto informacional | c) projeto conceitual d) projeto preliminar | e) projeto detalhado | f) preparação da produção | g) lançamento do produto | h) validação do produto | |
| Santos (2008) | a) planejamento estratégico do produto | b) planejamento do projeto do produto | c) projeto informacional | d) projeto conceitual | e) projeto detalhado | f) preparação para produção | g) lançamento do produto | h) acompanhar produto e processo j) processos de apoio ao PDP | i) descontinuidade do produto |

| Autor | Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) | | | | | | | | |
|------------------------|--|-------------------------|-----------------------|--|--|--|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Pré Desenvolvimento | | Desenvolvimento | | | | | Pós Desenvolvimento | |
| | Planejamento Estratégico dos Produtos | Planejamento do Projeto | Projeto Informacional | Projeto Conceitual | Projeto Detalhado | Preparação da Produção e Produto | Lançamento do Produto | Acompanhar Produto e Processo | Descontinuar o produto no mercado |
| Salgado (2011) | a) gestão estratégica b) gestão de portfólio | | | c) conceituação do produto d) preparação do projeto | e) projeto executivo f) teste e homologação | g) produção e lançamento | | h) acompanhamento | i) descontinuação |
| Viegas e Salles (2012) | | a) planejar | | b) desenvolvimento do conceito | c) projeto do sistema d) projeto detalhado e) teste e refinamento | f) análise financeira e aspectos legais | | | |
| Bigliardi et al.(2013) | a) identificação e geração de idéia b) seleção da idéia | | | b) desenvolvimento do conceito do produto | c) teste do conceito do produto d) desenvolvimento de estratégia de mercado | e) manufatura do produto f) teste do produto no mercado | g) lançamento do produto | | |

FONTE: A Autora (2017).

Constata-se nas décadas 60-70 que as primeiras estruturas de PDP arquitetadas eram segmentadas em fases relacionadas ao projeto com definição das responsabilidades das áreas envolvidas no PDP, devido a uma maior preocupação com custos de retrabalho e viabilidade econômica do projeto. Fica claro pela análise do Quadro 4 que nessas estruturas de PDP, ainda, não havia preocupação com as fases de pós-desenvolvimento que têm a função de acompanhamento do desempenho do produto e cuidados com impacto ambiental relacionados com o descarte do produto e embalagem.

Adiante, nas décadas de 80-90, houve um avanço significativo na qualidade e quantidade de detalhes nas estruturas de PDP, devido à necessidade de reduzir as incertezas do PDP, aumentar a velocidade e flexibilidade do PDP, organizar as informações, integrar as atividades e áreas participantes do processo, facilitar a tomada de decisão, melhorar o desempenho e qualidade, reduzir os riscos, atender as necessidades dos clientes, gerenciar as fases do PDP e principalmente minimizar as diferenças de ponto de vista das diversas áreas das empresas.

Como contribuição desse período, alguns pesquisadores como Clark e Fujimoto (1991), Cooper (1993) e Prasad (1997) romperam com os seus domínios de conhecimento de suas áreas de origem analisarem o PDP sem a visão direcionada de uma área específica e contribuir com a teoria sobre o PDP. Assim, esses autores focaram em consolidar os temas de controle gerencial e da integração do PDP, que resultou em novos conceitos e abordagens como o Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP) e Engenharia Simultânea (ES), que buscavam respectivamente gerenciar diferentes áreas de conhecimento e realizar atividades simultaneamente.

As estruturas de PDP como as de Andreasen e Hein (1987), Rosenthal (1992), Wheelwright e Clark (1992) e Prasad (1997) passaram a seccionar o processo de PDP em fases concomitantes, para aumentar a prontidão da execução de atividades e tarefas paralelas do processo, bem como, a utilizar de *feedbacks* gerenciais e *loops* no fluxo de informações das diferentes fases para auxiliar na tomada de decisão. Em geral, essas estruturas de PDP desenvolvidas nesse período passaram a ter as estruturas de PDP desenvolvidas anteriormente como base, portanto possuem uma visão mais abrangente do PDP e da complexidade desse processo.

Ademais, as estruturas de PDP agregaram novos métodos e ferramentas de suporte ao PDP, integraram toda a cadeia de suprimentos e mudaram a visão do PDP para um processo do negócio da empresa voltado para atender as demandas dos clientes.

As estruturas de PDP (CLARK; WHEELWRIGHT, 1992; COOPER, 1993) passaram a ter um maior cuidado com a gestão do processo, assemelhando-se aos modelos de projeto, devido principalmente a esquematizar as fases e o funcionamento dos *Gates* de passagem de fases do PDP para destacar a necessidade de avaliações e controle durante o andamento do projeto. É importante frisar que embora tenham uma representação esquemática, a maioria dessas estruturas do PDP é cíclica com *loops* de análise para aprofundamento de alguns conceitos e retroalimentação no fluxo de informações.

Para Roozenburg e Eekels (1995), até a década de 90, as estruturas do PDP tiveram três enfoques essenciais:

- i) Foco na fase de projeto, que tinha o objetivo de solucionar os problemas e estruturar um raciocínio lógico denominado de ciclo básico de projeto (análise, síntese, simulação, avaliação e decisão) para auxiliar na efetivação do projeto;
- ii) Foco em segmentar o projeto de engenharia, dividindo-o em quatro fases (especificação do projeto, projeto conceitual, projeto definitivo e projeto detalhado);
- iii) Foco nas estruturas de fases do PDP, que são formadas pelas fases do projeto do produto, parte da preparação e desenvolvimento da produção e do plano de marketing transformando a visão do PDP como parte do negócio.

Observa-se pela distribuição das fases das estruturas de PDP, ao longo das décadas de 80 e 90, que nesse período ainda existia uma baixa atenção à função de acompanhamento do desempenho do produto e medidas para redução do impacto ambiental, tais como: utilizar de estratégias de reciclagem, remanufatura e descarte dos produtos e embalagens. Além disso, a fase de planejamento do projeto apesar de ser destacado pela sua função relacionada à gestão do projeto, tópico considerado importante para os autores das estruturas nesse período, ela é pouco demonstrada como uma fase de referência nas estruturas de PDP analisadas.

As estruturas de PDP mais recentes (do ano 2000 até 2013) continuam buscando melhorar a gestão e integração do PDP e percebe-se que todas as fases do PDP são utilizadas, complementando as estruturas de PDP desenvolvidas nos períodos anteriores. Segundo Campos e Ribeiro (2011) essas estruturas de PDP

abordam outros recortes relacionados ao tema PDP, tais como: aperfeiçoar as práticas de gestão, considerar todo o ciclo de vida do produto, integrar ferramentas de apoio, alinhar a estratégia da organização com o PDP, integrar toda a cadeia de fornecedor e clientes, analisar as implicações da gestão do conhecimento, melhorar o fluxo de informações, utilizar conceito de modularidade, definir responsabilidades e dar suporte para tomada de decisão.

Nesse mesmo período, aspectos ambientais passaram a serem considerados conceitos importantes para as empresas continuarem competitivas no mercado. Indicativos ambientais mostram que as abordagens anteriores do PDP não atendem aos requisitos estabelecidos de sustentabilidade ambiental para o presente e futuro (BAKSHI; FIKSEL, 2003; LINDAHL et al., 2003). Diante desse cenário, começaram a surgir novas estruturas de PDP (PAHL et al., 2005; ROZENFELD et al., 2006; BACK et al., 2008; BUCCI, 2010; VIEGAS; SALLES, 2012), preocupadas com impacto ambiental dos produtos nas fases finais do processo (*end of pipe*), tais como: a destinação dos produtos e embalagens no fim de sua vida útil, menos consumo de materiais, o reaproveitamento de materiais por meio de estratégias de remanufatura, reciclagem e reuso.

Examinando os modelos de PDP nas décadas mais recentes, entre 2000 e 2013, é notório que a integração de aspectos ambientais ainda não está sendo realizada de forma clara, estruturada e detalhada, conforme as necessidades das organizações e exigências do mercado e sociedade.

Resumindo a análise de conteúdo das estruturas de PDP verifica-se que a visão inicial do PDP com foco em atividades sequenciais e maior atenção à macrofase de desenvolvimento adotou a visão do PDP como um processo do negócio, alinhando o PDP ao planejamento estratégico da empresa, integrando todas as áreas internas e externas da empresa e incluindo outras áreas de conhecimento como meio ambiente. Porém, a integração de aspectos ambientais nas estruturas de PDP para orientar na redução do impacto ambiental do produto ainda está em fase de desenvolvimento com poucas estruturas de PDP citando de forma geral a importância dessa integração, mas não deixando claro como proceder para que isso aconteça, ou seja, não citam em que fases do PDP deve se integrar práticas sustentáveis e nem explicam como operacionalizar essa integração.

2.2.2. Síntese e escolha do Modelo de PDP de referência

Conforme mostrado na seção anterior (item 2.2.1) existem muitas estruturas de PDP com abordagens diferentes que resultam na distribuição das fases em momentos distintos no PDP com nível de profundidade e detalhamento de acordo com o tipo de processo e produto desenvolvido. Além disso, as estruturas de PDP identificadas não contemplam aspectos relacionados à sustentabilidade.

Devido à dificuldade em escolher uma estrutura de PDP como referência, optou-se por avaliar quais são as fases mais utilizadas nas 30 estruturas de PDP encontradas na literatura e verificar em quais fases há possibilidade de inserir práticas relacionadas às dimensões de sustentabilidade com objetivo de garantir que o negócio seja sustentável considerando diversos aspectos. Esta análise busca justificar a escolha de quais fases serão utilizadas na elaboração da presente proposta, considerando que há possibilidade de inserir aspectos sustentáveis nessas fases. O quadro 5 mostra as fases do PDP mais utilizadas pelas estruturas de PDP mapeadas na literatura e analisadas anteriormente e os respectivos autores que as citam.

QUADRO 5 – FASES MAIS UTILIZADAS NOS MODELOS DE PDP

| Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto | % citação | 1 Asimow (1962) | 2 Archer (1971) | 3 Kotler (1974) | 4 Pahl and Beitz (1977) | 5 Bonsiepe (1978) | 6 Andreasen and Hein (1987) | 7 Park and Zaltman (1987) | 8 Suh (1988) | 9 Clark and Fujimoto (1991) | 10 Rosenthal (1992) | 11 Wheelwright and Clark (1992) | 12 Cooper (1993) | 13 Slack et al. (1993) | 14 Rozenburg and Eekels (1995) | 15 Prasad (1997) | 16 Fleischer and Liker (1997) | 17 Baxter (2003) | 18 Crawford and Benedetto (2000) | 19 Kaminski (2000) | 20 Romano (2003) | 21 Paula (2004) | 22 Pahl et al. (2005) | 23 Cruhl e Diehl (2006) | 24 Rozenfeld et al. (2006) | 25 Ulrich and Eppinger (2007) | 26 Back et al. (2008) | 27 Santos (2008) | 28 Salgado (2011) | 29 Viegas and Salles (2012) | 30 Bigliardi et al. (2013) |
|---|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Planejamento Estratégico dos Produtos | 25 83% | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | | X | X | | X |
| Planejamento do Projeto | 10 33% | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | X | | X | X | X | X | X | | X | | |
| Projeto Informacional | 14 47% | | X | | X | X | X | | X | | | X | X | | | | | | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | |
| Projeto Conceitual | 29 97% | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X |
| Projeto Detalhado | 28 93% | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Preparação da Produção e Produto | 24 80% | X | X | | | X | X | | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X |
| Lançamento do Produto | 15 50% | | X | X | | | X | X | | | | X | | | X | | X | | X | X | X | X | | | X | | X | X | | | X |
| Acompanhar Produto e Processo | 8 27% | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | X | | X | X | | X | X | X | | |
| Descontinuar o produto no mercado | 4 13% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | | | X | X | | | |

FONTE: A Autora (2017).

Ainda que autores como Pahl et al. (2005) mencionem que em todas as fases do PDP há alternativas para minimizar impactos ambientais, outros enfatizam que é considerável incorporar os aspectos de sustentabilidade nas fases iniciais do PDP (ROZENFELD et al., 2006). Nesta lógica, Rebitzer et al. (2004) enfatizam que quanto mais tardias forem tomadas as decisões de projeto durante o PDP há poucas chances para redução do impacto ambiental do produto durante todo o seu ciclo de vida.

Pela análise dos modelos de PDP constata-se que, apesar da preocupação com aspectos da sustentabilidade terem surgido na década de 70, ainda não é explícito nem detalhado nas estruturas de PDP em quais fases e quais são as práticas para mitigar ou minimizar os impactos ambientais, sociais e econômicos, ou seja, esse tema permanece em fase embrionária de desenvolvimento.

Portanto, devido à relação entre as fases do PDP com as fases físicas do ciclo de vida do produto para reduzir o impacto da não sustentabilidade é importante na elaboração dessa proposta considerar todas as fases do PDP, pois os aspectos ambientais, sociais e econômicos extraídos dos métodos e ferramentas mapeados no Capítulo 2 (item 2.3) têm ações para auxiliar na tomada de decisão em todas as fases do PDP e estão detalhadas na seção a seguir.

2.3. MAPEAMENTO DE PRÁTICAS E FERRAMENTAS SUSTENTÁVEIS

A conveniência de englobar aspectos da sustentabilidade no PDP levou ao contínuo desenvolvimento de métodos e ferramentas (BAUMANN et al., 2002; HALLSTEDT, 2008). Nesse trabalho, métodos e ferramentas relacionados às práticas sustentáveis, são todos os meios estruturados (instrumentos, melhores práticas, *softwares*, documentos de apoio, informações, diretrizes e estratégias) para lidar com aspectos ambientais, sociais e econômicos no PDP (BAUMANN et al., 2002). Existe uma enorme variedade desses instrumentos com diversas finalidades de uso, que podem ser aplicados para avaliar o impacto, identificar aspectos críticos no produto e processo, realizar análise comparativa de estratégias de melhoria de projeto, comparação de soluções alternativas e beneficiar simultaneamente usuários,

empresas e meio ambiente (BAUMANN et al., 2002; KURK; MCNAMARA, 2006; FIKSEL, 2009).

Todavia, existem restrições na aplicação dos métodos e ferramentas no PDP, devido a incontáveis barreiras tanto por parte desses recursos como dos usuários (PIGOSSO; ROZENFELD; MCALOONE, 2013): competência e experiência nas empresas, motivação para o uso das ferramentas, informações disponíveis sobre as ferramentas e tempo e recursos para selecionar e aplicar esses métodos. Para compreender esses instrumentos o Quadro 6 apresenta as características dos principais tipos de ferramentas pesquisados e relaciona alguns exemplos.

QUADRO 6 – TIPOS DE MÉTODOS E FERRAMENTAS

| Métodos e Ferramentas | Características | Exemplos |
|--|--|---|
| <i>Checklist</i> | Os <i>checklists</i> são na maioria qualitativos e utilizados para verificar se os parâmetros ambientais foram ou não considerados no PDP, como o consumo de energia e utilização de materiais tóxicos. | <i>Ecodesign Checklist Method</i> (ECM) |
| Ferramentas analíticas | São ferramentas quantitativas para a avaliação e medição detalhada do desempenho ambiental dos produtos, com base nas suas características, em fases específicas do PDP e ciclo de vida. Podem ser aplicadas de forma combinada para analisar os <i>trade-offs</i> entre aspectos ambientais e econômicos. | LCA, <i>Environmental Design Cost</i> |
| <i>Frameworks</i> | Os <i>frameworks</i> contêm uma ideia do que deveria guiar os aspectos ambientais no PDP e são acompanhados de diretrizes para deixar os produtos verdes. | DfE, <i>Life Cycle Design</i> , DfR, <i>Ecodesign</i> , DfS |
| Indicadores ambientais | Utiliza de dados médios para as fases do ciclo de vida do produto, com base nesses dados uma avaliação de impacto ambiental é realizada utilizando um dos métodos e ferramentas disponível, levando assim a pontuação do indicador. | <i>Eco-indicator 99</i> |
| <i>Software</i> e sistemas especialistas | O intuito dessas ferramentas computacionais é suportar a manipulação de enormes quantidades de informações ambientais de forma rápida. Além disso, eliminam o caráter subjetivo e possibilidade de erros em avaliações feitas por profissionais, cujo conhecimento de aspectos ambientais seja limitado. | <i>Green Design Advisor</i> , EIME <i>software</i> |

FONTE: Adaptado de Baumann et al. (2002), Knight e Jenkins (2009), Pigosso, Rozenfeld e Mcaloone (2013), Poulikidou (2012).

Esses instrumentos podem ser aplicados em fases distintas do PDP, de acordo com as diferentes finalidades. Algumas ferramentas mais complexas (*software*, ferramentas analíticas e LCA) são pouco utilizadas devido a fatores como custo, falta de detalhes disponíveis para a escolha e aplicação e dificuldade para transferência de conhecimentos entre especialistas ambientais e os membros do time de PDP. Por outro lado, os métodos prescritivos (manuais, normas, *checklists*, *guidelines* e matrizes) por serem simples e de fácil aplicação, são os mais utilizados pelas empresas (BAUMANN et al., 2002).

Porém, o que se identifica na literatura é que eles variam em termos de níveis de detalhes e complexidade, necessidade de dados qualitativos ou quantitativos e conhecimento para sua utilização no PDP. Por isso, muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos para auxiliar as empresas na identificação e seleção das ferramentas mais adequadas para cada tipo de produto e processo (BAUMANN et al., 2002; KNIGHT; JENKINS, 2009; BIRCH et al., 2012).

Knight e Jenkins (2009) apontaram que vários métodos e ferramentas que apoiam a sustentabilidade não são totalmente genéricos e, portanto, não podem ser diretamente aplicados aos diferentes tipos de estrutura e características de PDP.

Após analisar os trabalhos realizados sobre práticas sustentáveis durante o desenvolvimento de produtos, buscou-se na literatura, conforme procedimentos metodológicos descritos no capítulo de métodos de pesquisa (capítulo 3), mapear as principais estratégias, práticas e ferramentas e entender melhor como estas se integram no PDP. Assim, foi possível identificar e selecionar 12 métodos e ferramentas. O quadro 7 sintetiza os métodos e ferramentas mapeados e associa às dimensões da sustentabilidade propostas no *Triple Bottom Line* de Elkington.

QUADRO 7 – LISTA DE PRÁTICAS E FERRAMENTAS SUSTENTÁVEIS

| Práticas, Métodos e Ferramentas sustentáveis | Síntese das práticas e métodos | Dimensões da sustentabilidade | | |
|--|---|-------------------------------|----|----|
| | | DA | DS | DE |
| Life Cycle Assessment (LCA) | Técnica para avaliar os impactos ambientais associados a todas as etapas da vida de um produto, desde a extração da matéria-prima até o processamento, manufatura, distribuição, uso, reparo e manutenção e descarte ou reciclagem dos materiais. | X | X | X |

| Práticas, Métodos e Ferramentas sustentáveis | Síntese das práticas e métodos | Dimensões da sustentabilidade | | |
|--|---|-------------------------------|---|---|
| Life Cycle Cost (LCC) e Life Cycle Environmental Cost Analysis (LCECA) | Análise de custos do ciclo de vida (LCCA) é uma ferramenta para determinar a opção mais econômica entre diferentes alternativas concorrentes para comprar, possuir, operar, manter e, finalmente, dispor de um objeto ou processo, quando cada um é igualmente apropriado para ser implementado. | | | X |
| Social Life Cycle Assessment (S-LCA) | Método que pode ser usado para avaliar os aspectos sociais e sociológicos dos produtos, seus impactos reais e potenciais positivos e negativos ao longo do ciclo de vida. Isso examina a extração e o processamento de matérias-primas, fabricação, distribuição, uso, reutilização, manutenção, reciclagem e disposição final. | | X | |
| Checklist for Sustainable Product Development (CSPD) | Ferramenta para o desenvolvimento de produtos, que permite a avaliação qualitativa dos aspectos de sustentabilidade nas fases iniciais do PDP, com foco específico em tecnologias e materiais automotivos inovadores, que facilitam a integração da conscientização em sustentabilidade, negócios do dia-a-dia, decisões sobre diferentes tecnologias e visam desencadear o pensamento sobre o ciclo de vida entre executivos, designers e engenheiros. | X | X | X |
| Financial Valuation Tool (Internacional Finance Corporation, 2013) | A Ferramenta foi projetada pela International Finance Corporation (IFC) para ajudar empresas de diversos setores - incluindo petróleo e gás, mineração e silvicultura - a calcular seu retorno financeiro em investimentos de sustentabilidade. melhor avaliação e mitigação dos riscos ambientais e sociais. | | | X |
| Eco-indicator 99 | Método de avaliação de impacto "orientado para danos", com etapas claramente detalhadas, como destino, exposição, efeito e análise de danos. | X | | |
| Framework for Strategic Sustainable Development | Processo de aprendizado contínuo que incorpora outros métodos, ferramentas e conceitos em uma visão geral compartilhada e estruturada; é baseada no pensamento sistêmico, reconhecendo que o que acontece em uma parte de um sistema afeta todas as outras partes. | X | | X |
| 6R processes | Maximizar as utilizações de recursos críticos de fabricação através da reconfiguração dos robôs, adotando novas tarefas, aumentando a taxa de utilização e reduzindo assim os custos unitários de produtos. | X | | X |
| Six-stage model: sustainable human capital | Ampliar as visões tradicionais dos indivíduos como capital humano, medido pela educação formal e experiência reta, para incorporar de forma holística e humanista a educação informal e experiência indireta | | X | |
| Sustainability SWOT | Ferramenta SWOT sob ótica da Sustentabilidade (Forças, Fraquezas, Oportunidades, Ameaças) em atividades de nível estratégico ou operacional. | X | | X |
| Green manufacturing | Sistema que integra problemas de projeto de produto e processo a questões de fabricação, planejamento e controle, de modo a identificar, quantificar, avaliar e gerenciar o fluxo de resíduos ambientais com o objetivo de reduzir e, ao mesmo tempo, minimizar o impacto ambiental, tentando maximizar a eficiência dos recursos. | X | | X |

| Práticas, Métodos e Ferramentas sustentáveis | Síntese das práticas e métodos | Dimensões da sustentabilidade | | |
|--|--|-------------------------------|---|---|
| Strategic Sustainability Perspective | Formado pelo conjunto de oito elementos chave: 1) assegurar o apoio organizacional da alta administração; 2) trazer com eficiência uma perspectiva de sustentabilidade no início os processos de inovação de produtos; 3) utilizar conhecimento e experiência do pessoal de compras nas fases iniciais do processo; 4) incluem aspectos sociais em todo o ciclo de vida do produto e seu valor para a cadeia; 5) atribuir responsabilidade pela implementação da sustentabilidade no processo de inovação de produtos; 6) ter um caminho sistemático para compartilhamento de conhecimento e construção de competências na sustentabilidade, informar as decisões tomadas no desenvolvimento futuro do produto projetos; 7) utilizar ferramentas de avaliação de desempenho para orientar as decisões; 8) utilizar ferramentas para consolidação de melhores práticas. | X | X | X |

Legenda: DA - Dimensão Ambiental | DS - Dimensão Social | DE - Dimensão Econômica

FONTE: A Autora (2018).

Analisando as práticas e ferramentas sustentáveis encontradas na literatura, percebe-se que dependendo das características da sua origem e finalidade, eles são direcionados para fases específicas do PDP. Os instrumentos que têm abordagens ambientais usualmente são empregados nas fases iniciais do PDP (das fases conceituais do PDP até o projeto detalhado) visando auxiliar nas escolhas com menor impacto ambiental sobre a estrutura, os materiais e os processos de produção. No entanto, os métodos e ferramentas desenvolvidos a partir do conceito de LCA são utilizados nas fases finais do PDP (da fase de projeto detalhado até a retirada do produto do mercado) devido ao LCA ser uma ferramenta retrospectiva que necessita de informações detalhadas do produto e processo e avalia as consequências das escolhas de projeto no consumo de recursos e no impacto ao meio ambiente, negócio e âmbito social, durante todo o ciclo de vida do produto.

Uma parte dos métodos e ferramentas analisados são adaptações de ferramentas clássicas de suporte ao PDP, como, Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA), Desdobramento da Função Qualidade (QFD), Análise de Valor e Matriz Design. Além disso, outros métodos são sínteses de estratégias e melhores práticas desenvolvidas por empresas, que definem diretrizes, regras e listas de verificação com objetivo de reduzir o impacto da insustentabilidade e cumprir regulamentações ambientais, legais e corroborar com as prerrogativas da Responsabilidade Social Corporativa.

Esses instrumentos variam desde guias e indicadores simples até análises mais complexas com utilização de *softwares* para problemas corporativos específicos que consideram multicritérios e várias categorias e estágios do ciclo de vida do produto. O que pode diferenciá-los é a forma de estruturação, capacidade de análise de dados qualitativos ou quantitativos, qualidade das informações, dificuldade de aplicação, conhecimentos ambientais prévios e necessidade de customização.

Por fim, essa análise corrobora com a opinião de outros autores (LINDAHL, 2005; LOFTHOUSE, 2006; PIGOSSO, ROZENFELD E MCALOONE, 2013) sobre a variedade de ferramentas e a dificuldade das empresas em escolher e aplicá-las no PDP. Portanto, visando contribuir com essa lacuna, no próximo capítulo é apresentada a proposta dessa dissertação para integrar aspectos das dimensões da sustentabilidade no PDP.

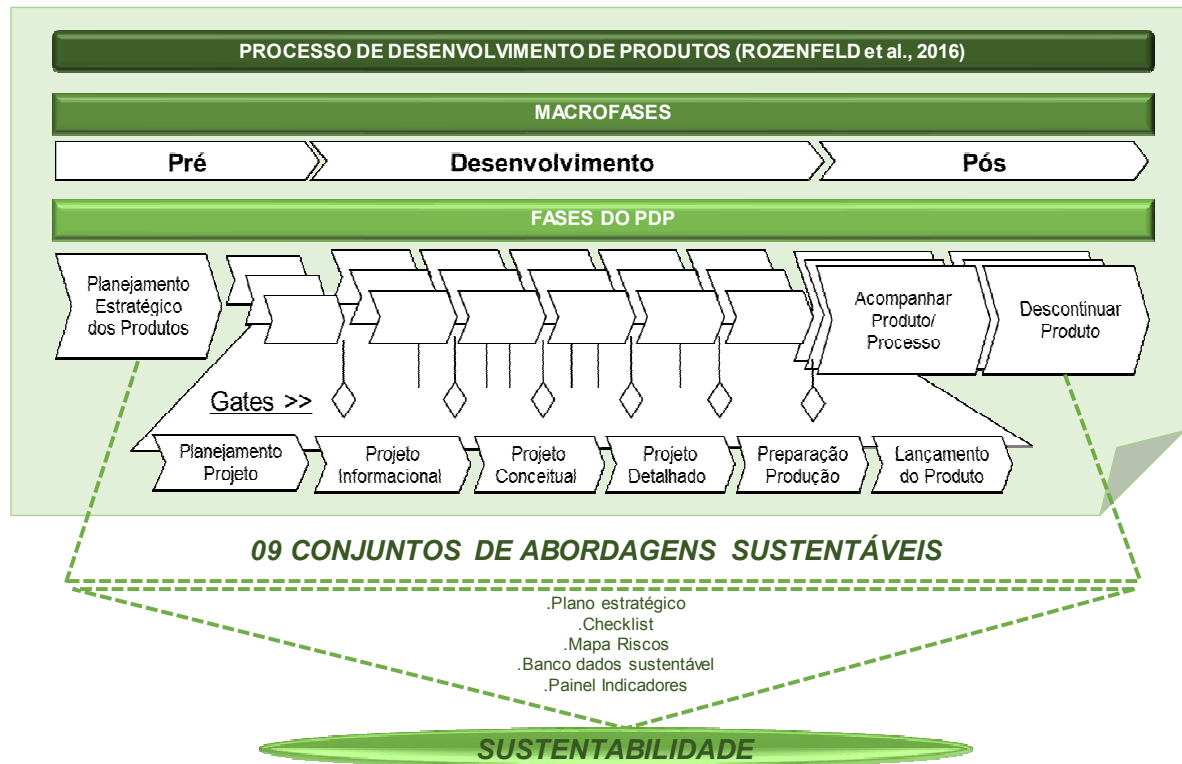
2.4.PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DO PDP INTEGRANDO ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE

A estrutura de PDP proposta, utiliza como referência Rozenfeld et al. (2006) e está dividida em dois níveis hierárquicos: macrofase e fase, excluindo os níveis hierárquicos de atividades e tarefas, uma vez que este estudo propõe um formato de gestão do PDP e não modelo operacional. É importante destacar que os aspectos ambientais, sociais e econômicos, podem ser aplicados em mais de uma fase do PDP e estão distribuídos ao longo de todo o processo de desenvolvimento de produto. Além disso, trata-se de uma proposta de PDP com visão integrada, considerando todo o ciclo de vida do produto, realizando revisão de cada fase por meio de *Gates*, caracterizado pela avaliação dos resultados de uma fase e por uma revisão ampla e minuciosa, considerando a qualidade dos resultados concretos obtidos, a situação do projeto diante do planejado, o impacto dos problemas encontrados, e a importância do projeto diante do portfólio completo.

Essa proposta é genérica e pode ser adaptada as diferentes necessidades e complexidades do desenvolvimento de novos produtos, bem como, utilizada como guia para orientar na inserção de aspectos sustentáveis nas atuais estruturas utilizadas pelas empresas. A figura 5 mostra como foi esquematizada a proposta de estruturação do PDP integrando as dimensões da sustentabilidade às fases e, em

seguida, são descritas as funções de cada macrofase e fase da estrutura de PDP proposta.

FIGURA 5 – ESTRUTURA DE PDP DE ROZENFELD



FONTE: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006)

A macrofase de Pré-Desenvolvimento engloba as primeiras etapas do PDP, nas quais as decisões são mais estratégicas e tomadas com alto grau de incerteza. No início do processo busca-se identificar as oportunidades de mercado, alinhar a estratégia do novo produto com as estratégias competitivas da empresa, mapear as informações de mercado, avaliar as tendências tecnológicas a serem adotadas no conceito do produto e alocar os recursos para o PDP. Esta macrofase está subdividida em duas fases, a fase de Planejamento Estratégico do Produto (PEP) e a fase de Planejamento do Projeto (PP).

A fase de Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) tem a finalidade de consolidar o portfólio de produtos da empresa a serem desenvolvidos, com o objetivo de orientar o time do PDP a atingir as metas estratégicas de negócio. Nesta fase, foram inseridas abordagens com intuito de equilibrar a importância da sustentabilidade com outros fatores estratégicos da empresa, bem como, precisa haver um plano de desenvolvimento da equipe de projeto em relação aos conceitos

de sustentabilidade e, ainda, deve-se criar um histórico desse conhecimento gerado durante o PDP para posteriormente ser consultado, disseminado e utilizado por toda a organização. O quadro 8 mostra os aspectos inseridos nesta fase.

QUADRO 8 – FASE DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE PRODUTOS

| Macrofase - Pré Desenvolvimento | |
|---|---|
| Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) | Abordagem Sustentável |
| 1.1 Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de negócios | 1) Elaborar e implementar um plano estratégico e diretrizes para suportar a tomada de decisão nas questões relacionadas a sustentabilidade do produto/negócio, garantindo: - Envolvimento da Cadeia de Suprimentos para melhorar o desempenho ambiental, social e econômico; - Desenvolver uma base de dados (biblioteca sustentável) com informações de tecnologias, mercado, características dos materiais, componentes e processos que permeiam o ciclo de vida dos produtos; - Elaboração ferramenta de análise econômica da carteira de produtos, considerando custo da cadeia (berço-a-berço). |
| 1.2 Planejar atividades para a revisão do plano estratégico de negócios | |
| 1.3 Consolidar informações sobre tecnologia e mercado | |
| 1.4 Revisar o plano estratégico de negócios | |
| 1.5 Analisar o portfólio de produtos da empresa | |
| 1.6 Propor mudanças no portfólio de produtos | |
| 1.7 Verificar viabilidade do portfólio de produtos | |
| 1.8 Decidir início do planejamento de um produto do portfólio | |

FONTE: A Autora (2018).

Na fase de Planejamento do Projeto (PP) busca-se fazer um plano do projeto contendo todas as atividades necessárias para execução correta do projeto, tais como: elaboração de escopo do projeto, cronograma, orçamento, pessoal que deve ser envolvido e as responsabilidades, recursos e informações necessárias, análise de riscos e indicadores de desempenho. Esse plano do projeto é utilizado para gestão do projeto e deve ser atualizado constantemente para acompanhar a sua evolução no PDP.

Nesta fase a proposta de integrar aspectos sustentáveis enfatiza a necessidade de criar indicadores para melhor gestão do projeto, inserir os custos no orçamento do projeto, pontuar os riscos potenciais de impacto ambiental, social e econômico do produto, quantificar os custos para serem utilizados nas análises de viabilidade do projeto, atender os requisitos do cliente e compartilhar as responsabilidades do produto com os fornecedores. O quadro 9 apresenta as funções da integração nessa fase do PDP.

QUADRO 9 – FASE DE PLANEJAMENTO DO PROJETO

| Macrofase - Pré Desenvolvimento | |
|---|--|
| Planejamento do Projeto (PP) | Abordagem Sustentável |
| 2.1 Definir interessados do projeto | 1) Uma vez definida a equipe para execução do projeto, adequar um programa de desenvolvimento/treinamento para suprir as necessidades de conhecimento sobre sustentabilidade (materiais, processos, tecnologias, eficiência energética, reciclagem, desmontagem, remanufaturados); |
| 2.2 Definir escopo do produto | |
| 2.3 Avaliar riscos | |
| 2.4 Preparar orçamento do projeto | |
| 2.5 Analisar a viabilidade econômica do projeto | 2) Elaborar mapa de riscos de impacto ambiental, social e econômico a cada passagem de fase, com maior ênfase as fases iniciais de conceituação do produto; |
| 2.6 Definir indicadores de desempenho | |
| 2.7 Planejar e preparar aquisições | 3) Elaborar painel de indicadores de desempenho sustentável do projeto/produto para monitorar: potencial de reciclagem, emissão de gases e impacto na camada ozônio, consumo de energia, água e materiais, geração de resíduos conforme vida útil. |
| 2.8 Preparar plano de projeto | |

FONTE: A Autora (2018).

Na macrofase de Desenvolvimento se estabelece os conceitos do produto com as especificações meta de projeto e processo e os aspectos tecnológicos que serão utilizados durante o desenvolvimento, produção e distribuição do produto ao cliente final. Esta macrofase está subdividida nas fases de Projeto Informacional (PI), Projeto Conceitual (PC), Projeto Detalhado (PD), Preparação da Produção do Produto (PPP) e Lançamento do Produto (LP).

A função da fase de Projeto Informacional (PI) é a de analisar as informações elencadas nas fases anteriores do PDP e elaborar as especificações do produto para que a equipe de projeto desenvolva alternativas para criação do produto. Nessa análise, busca-se ponderar as necessidades e requisitos dos clientes com as restrições para desenvolver o projeto. Nesse momento do PDP, a proposta de inserir aspectos sustentáveis está em orientar a equipe de projeto a pensar em novas soluções para resolver os problemas de projeto ponderando os requisitos funcionais com os ambientais, econômicos e sociais, manter o alinhamento com a estratégia de mercado da empresa e atender as necessidades dos clientes e legislação. Além disso, é preciso planejar os impactos ambientais do produto durante todas as etapas do ciclo de vida (desenvolvimento, produção, uso e serviços e descarte) e quais as soluções alternativas para mitigá-los. O quadro 10 ilustra como

foi estruturada a fase de Projeto Informacional (PI) do PDP considerando as dimensões da sustentabilidade.

QUADRO 10– FASE DE PROJETO INFORMACIONAL

| Macrofase - Desenvolvimento | |
|--|---|
| Projeto Informacional (PI) | Abordagem Sustentável |
| 3.1 Analisar o plano do projeto informacional | 1) Elaborar um conjunto de especificações-meta do produto alinhando os atributos, percepção de agregação de valor ao cliente, estratégia de mercado da empresa de modo a minimizar impactos aos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Exemplos de iniciativas: - escolher tecnologias com opções de ajuste automático, reduzindo consumo energia; - elaborar processos simples de operar e entender, além de treinar colaboradores para execução; - preferir estrutura modular; minimizar número de componentes, conexões e diferentes materiais; - optar por materiais de fácil degradação, com alta eficiência energética e de fontes renováveis e limpas. |
| 3.2 Revisar e atualizar o escopo do produto | |
| 3.3 Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes | |
| 3.4 Identificar os requisitos dos clientes do produto | |
| 3.5 Definir requisitos do produto | |
| 3.6 Definir especificações meta do produto | |
| 3.7 Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto | |
| 3.8 Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas | |

FONTE: A Autora (2018).

Na fase de Projeto Conceitual (PC) ocorre a concepção do produto, no qual a equipe de projeto, com base nas especificações metas propostas na fase anterior, define a tecnologia, o processo de fabricação, a arquitetura e as características esperadas para atender a função do produto. Nessa fase conceitual, os aspectos sustentáveis integrados nas tarefas do PDP visam orientar a equipe de projeto em relação à importância de se considerar principalmente o impacto ambiental já nas escolhas conceituais do produto. Também é interessante visualizar uma estratégia de fim de vida do produto e destaca-se que é possível atender aos requisitos dos clientes combinando alternativas ambientais e funcionais de projeto. Na concepção do produto é importante apontar quais são os sistemas, subsistemas e componentes que precisam ser melhor avaliados em termos de integração e impacto na fase de Projeto Detalhado (PD). O quadro 11 mostra a fase de Projeto Conceitual (PC) e os respectivos aspectos ambientais inseridos em cada tarefa do PDP.

QUADRO 11 – FASE DE PROJETO CONCEITUAL

| Macrofase - Desenvolvimento | |
|---|---|
| Projeto Conceitual (PC) | Abordagem Sustentável |
| 4.1 Atualizar o plano do projeto conceitual | 1) Com base nas escolhas feitas na fase anterior, faz-se necessário revisar o escopo do produto/projeto considerando os possíveis impactos à sustentabilidade do negócio; 2) As estimativas de orçamento precisarão ser revisitadas de modo a refletir as alternativas sustentáveis (reciclagem, recuperação, otimização de armazenagem e distribuição); 3) Desenvolver plano de processo de manufatura considerando as tecnologias com menores índices de impactos ambiental e econômico; 4) Manter documentadas as principais escolhas, decisões tomadas na base de dados sustentável e periodicamente divulgar este conhecimento de melhores práticas as pessoas envolvidas no PDP. |
| 4.2 Modelar funcionalmente o produto | |
| 4.3 Desenvolver as alternativas de solução para o produto | |
| 4.4 Definir arquitetura para o produto | |
| 4.5 Analisar sistemas, subsistemas e componentes (SSC) | |
| 4.6 Definir ergonomia e estética | |
| 4.7 Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento | |
| 4.8 Selecionar a concepção do produto | |
| 4.9 Planejar o processo de manufatura macro/definir plano macro de processo | |
| 4.10 Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto | |
| 4.11 Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas | |

FONTE: A Autora (2018).

Essa fase de Projeto Detalhado (PD) avalia e detalha as informações técnicas da concepção do produto e consequentemente define os sistemas, subsistemas e componentes (SSC) com as tolerâncias e elabora a documentação final da especificação do produto, que será enviada ao processo de fabricação. Nessa etapa, são realizados os testes necessários, elaboração do material de suporte, projeto de embalagem do produto, desenvolvimento dos fornecedores, planejamento do processo de fabricação e montagem dos SSC e a homologação do produto. Nessa fase, os aspectos ambientais integrados se concentram mais no processo de fabricação, por meio de orientações para conservação de energia e melhor uso da distribuição e logística.

Também, enfatiza-se a necessidade de aplicar conceitos de remanufatura, recondicionamento, reparabilidade e reuso de materiais e componentes para reduzir o impacto ambiental do produto e processo. Outro ponto importante é a embalagem que precisa ser tratada como parte integrante do produto e, portanto, deve-se avaliar o seu impacto ambiental. Por fim, deve-se pensar num plano de descarte e retirada

do produto considerando os respectivos impactos ambientais. O quadro 12 mostra a integração dos aspectos ambientais na fase de Projeto Detalhado (PD).

QUADRO 12 – FASE DE PROJETO DETALHADO

| Macrofase - Desenvolvimento | |
|--|---|
| Projeto Detalhado (PD) | Abordagem Sustentável |
| 5.1 Atualizar o plano do projeto detalhado | <p>1) Conforme evolução do conceito do projeto/produto, faz necessário revisar o mapa de riscos potenciais de impacto a sustentabilidade;</p> <p>2) Definir e aplicar técnicas estruturais de minimização do volume total do produto em relação ao uso de insumos;</p> <p>3) Avaliar a descentralização das atividades para reduzir sistemas, subsistemas e componentes transportados, reforçando necessidade de selecionar fornecedores qualificados e de acordo com normas ambientais e sociais;</p> <p>4) Avaliar a implantação de sistemas simuladores com intuito de visualizar e otimizar o processo de transformação, perda de material em processo, consumo de energia; avaliar possibilidade de exposição a substâncias químicas, movimentação de materiais e pessoas e etapa de distribuição;</p> <p>5) Criar manual de descontinuidade do produto, logística reversa, explicando a estratégia de fim de vida e os encaminhamentos adequados de modo a mitigar impactos ambientais e sociais.</p> |
| 5.2 Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração | |
| 5.3 Decidir por fazer ou comprar SSC | |
| 5.4 Desenvolver fornecedores | |
| 5.5 Planejar o processo de fabricação e montagem | |
| 5.6 Planejar recursos de fabricação | |
| 5.7 Avaliar SSC, configuração e documentação do produto e processo | |
| 5.8 Otimizar produto e processo | |
| 5.9 Criar material de suporte do produto | |
| 5.10 Projetar embalagem | |
| 5.11 Planejar fim de vida do produto | |
| 5.12 Testar e homologar produto | |
| 5.13 Enviar documentação do produto a parceiros | |
| 5.14 Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto | |
| 5.15 Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas | |

FONTE: A Autora (2018).

A fase de Preparação da Produção do Produto (PPP) tem a função de testar e planejar a produção considerando o lote piloto, liberar o produto para a produção com as especificações de produção e manutenção, capacitação pessoal e da logística com os fornecedores. Essa fase tem o objetivo de realizar a homologação do processo produtivo, para atestar que a empresa consiga produzir o produto com qualidade, requisitos do cliente e volume da declaração de escopo do projeto. Assim, o produto resultante do lote piloto pode ser certificado e liberado para produção regular. Para integrar a dimensão da sustentabilidade nessa fase do PDP

foram ponderados os riscos operacionais que prejudicam a saúde humana e o meio ambiente, e proposto ações à equipe de projeto para identificar melhorias ambientais no produto e no processo. Os principais pontos tratados foram quanto à necessidade de gerenciar melhor o consumo e desperdício de energia, água e recursos durante o processo de fabricação, bem como, da importância do tratamento de resíduos para reduzir o impacto ambiental. O quadro 13 exibe a estruturação da fase de Preparação da Produção do Produto (PPP) com a integração de aspectos ambientais.

QUADRO 13 – FASE DE PREPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DO PRODUTO

| Macrofase - Desenvolvimento | |
|---|--|
| Preparação da Produção do Produto (PPP) | Abordagem Sustentável |
| 6.1 Obter recursos de fabricação | 1) Montar e posicionar os recursos do processo de modo que o ajuste do layout permita otimizar o fluxo de materiais e pessoas, consequentemente reduzindo consumo de energia; 2) Avaliar os riscos operacionais que prejudicam a saúde humana e o meio ambiente e identificar oportunidades de melhorias do produto e processo; 3) Acrescentar à política de manutenção ao Planejamento estratégico e a política/diretrizes ambientais; 4) Planejar treinamentos/reciclagem para estimular melhorias de eficiência de processo e como usar materiais "verdes" de forma inteligente. |
| 6.2 Planejar produção piloto | |
| 6.3 Receber e instalar recursos | |
| 6.4 Produzir lote piloto | |
| 6.5 Homologar processo | |
| 6.6 Otimizar produção | |
| 6.7 Certificar produto | |
| 6.8 Desenvolver processo de produção | |
| 6.9 Desenvolver processo de manutenção | |
| 6.10 Ensinar pessoal | |
| 6.11 Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto | |
| 6.12 Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas | |

FONTE: A Autora (2018).

A fase de Lançamento do Produto (LP) encerra a macro fase de Desenvolvimento do PDP e trata da comercialização e da logística de distribuição para a colocação do produto no mercado. Nesta fase, também são inseridas as atividades de atendimento ao cliente e assistência técnica. Nesse momento do PDP pouco se pode fazer quanto aos impactos ambientais do produto, porém é

necessário acompanhar a vida útil do produto e atualizar o plano de fim de vida em termos de retirada do mercado, descontinuidade da produção, descarte e reciclagem. Além disso, sugere a área de marketing utilizar como vantagem competitiva as características ambientais do produto nas campanhas publicitárias (selo verde, material reciclável, certificação ambiental, etc.). E o mais importante nesse momento é acumular conhecimento com os *feedbacks* das implicações das escolhas feitas durante o ciclo de vida do produto e atualizar a base de dados ambiental da empresa para divulgar esse conhecimento na organização. O quadro 14 ilustra a inserção de aspectos ambientais na fase de Lançamento do Produto (LP).

QUADRO 14 – FASE DE LANÇAMENTO DO PRODUTO

| Macrofase - Desenvolvimento | |
|---|---|
| Lançamento do Produto (LP) | Abordagem Sustentável |
| 7.1 Planejar lançamento | 1) Treinar os times de campanhas publicitárias, comunicação e vendas a utilizar as características ambientais e sociais associados ao produto (selo verde, material biodegradável, reciclável, certificações ambientais); 2) Buscar colaboração junto aos distribuidores logísticos para a melhoria do desempenho ambiental e social como evitar avarias aos produtos/materiais de embalagens, apoio na coleta das embalagens, calendário de manutenção adequado dos veículos afim de evitar emissão descontrolada de monóxido de carbono; 3) Monitorar a vida útil do produto acabado e dos componentes e sendo necessário atualizar o plano de fim de vida em termos de retirada do produto no mercado, cessação da produção, avaliação dos estoques (obsolescência, descarte, promocional), logística reversa, desmontagem e reciclagem. |
| 7.2 Desenvolver processo de vendas | |
| 7.3 Desenvolver processo de distribuição | |
| 7.4 Desenvolver processo de atendimento ao cliente | |
| 7.5 Desenvolver processo de assistência técnica | |
| 7.6 Promover marketing de lançamento | |
| 7.7 Gerenciar lançamento | |
| 7.8 Atualizar plano de fim de vida | |
| 7.9 Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto | |
| 7.10 Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas | |

FONTE: A Autora (2018).

A macrofase de Pós-Desenvolvimento do PDP realiza avaliação da satisfação do cliente, auditorias pós-projeto, acompanhamento do desempenho técnico do produto durante todo o ciclo de vida, identifica melhorias para o produto e processo, e armazena as lições aprendidas com os *feedbacks*. A fase de Acompanhar Produto e Processo (APP), dispõe-se garantir o acompanhamento do desempenho do produto na produção e no mercado, identificando oportunidades de

melhorias e garantindo que a retirada do produto cause menor impacto possível aos consumidores e meio ambiente. Nesta fase do PDP, os aspectos ambientais inseridos nas tarefas têm o objetivo principal de orientar a equipe de desenvolvimento a coletar informações do desempenho ambiental do produto durante todo o ciclo de vida para adquirir conhecimento, armazená-los e utilizar na melhoria do PDP. O quadro 15 ilustra os aspectos ambientais introduzidos nas tarefas da fase de Acompanhar Produto e Processo.

QUADRO 15 – FASE DE ACOMPANHAR PRODUTO E PROCESSO

| Macrofase - Pós Desenvolvimento | |
|--|---|
| Acompanhar Produto e Processo (APP) | Abordagem Sustentável |
| 8.1 Avaliar satisfação do cliente | 1) Avaliar o desempenho da abordagem sustentável em relação ao produto/processo projetado com base no atendimento das conformidades e confiabilidade ambiental e rigor a sustentabilidade social e econômica; |
| 8.2 Monitorar desempenho do produto (técnico, econômico, produtivo e serviços) | |
| 8.3 Realizar auditoria pós-projeto | |
| 8.4 Registrar lições aprendidas | 2) Planejar coleta de informações e estruturar fórum para tratar resultados, melhores práticas para direcionar melhorias na gestão do PDP. |

FONTE: A Autora (2018).

Sendo a última fase do PDP, Descontinuar Produto no Mercado (DPM), tem início com a suspensão do produto no mercado e a empresa deve estar preparada para receber o produto e acionar o plano de fim de vida. Em síntese, esta fase engloba o recebimento do produto retornado, a descontinuidade da produção e o término da assistência técnica do produto e, conseqüentemente, do atendimento ao cliente e reposição de peças sobressalentes. Nessa fase do PDP, as orientações ambientais integradas nas tarefas referem-se a preparar o recebimento do produto com base na estratégia de fim de vida selecionada (reciclagem, desmontagem, descarte, incineração, trituração e disposição em aterro) e planejar a descontinuidade do produto avaliando os respectivos impactos ambientais e como serão solucionados. Além disso, esta fase serve para retroalimentar informações de melhoria ao processo de desenvolvimento de produtos, com base nos resultados do produto e nos impactos ambientais das escolhas feitas para todo o ciclo de vida. O quadro 16 ilustra a inserção de aspectos ambientais na fase de Descontinuar Produto no Mercado (DPM).

QUADRO 16 – FASE DE DESCONTINUAR PRODUTO NO MERCADO

| Macrofase - Pós Desenvolvimento | |
|--|---|
| Descontinuar Produto no Mercado (DPM) | Abordagem Sustentável |
| 9.1 Analisar e aprovar descontinuidade do produto | 1) Com base no plano estratégico e planejamento do projeto/produto para fim de vida, preparar recebimento deste produto (logística reversa, reciclagem, desmontagem, descarte, disposição em aterro, participação comunidades/cooperativas de segregação de resíduos); 2) Analisar e comunicar os resultados da análise econômica considerando o impacto/ganhos das escolhas feitas ao longo do ciclo de vida do produto de modo a integrar a base de dados sustentáveis da empresa. |
| 9.2 Preparar e acompanhar o recebimento do produto | |
| 9.3 Finalizar suporte ao produto | |
| 9.4 Avaliação geral e encerramento do projeto | |

FONTE: A Autora (2018).

O enfoque maior da proposta está na discussão da importância dos aspectos da sustentabilidade e na definição de quais momentos (fases) do PDP eles podem ser integrados e de que forma, visando orientar a equipe de projeto e de desenvolvimento do produto a pensar de forma organizada e antecipada em soluções alternativas para reduzir o impacto ambiental do produto e processo.

Desta forma, espera-se que as empresas utilizem essa proposta como guia para auxiliar na adequação ambiental, econômica e social de suas estruturas de PDP e que o resultado de sua aplicação seja o desenvolvimento de produtos eco-eficientes.

Assim, busca-se na próxima seção apresentar a metodologia para avaliar a proposta de estruturação do PDP e a integração das dimensões da sustentabilidade junto aos especialistas sobre o tema abordado, para enfim saber se atende ao que foi proposto.

3. MÉTODO DA PESQUISA

Segundo Gil (2010) a abordagem metodológica da pesquisa é necessária para que as etapas de realização do trabalho sejam conduzidas com maior rigor e objetividade, com foco e limitações bem definidos, chegando-se a resultados confiáveis e válidos, e permitindo que a pesquisa realizada tenha repetitividade em outro ambiente. Nesse sentido, este capítulo descreve os aspectos metodológicos, as etapas de desenvolvimento e as justificativas das escolhas dos métodos e técnicas adotados para elaboração desse trabalho.

3.1. ENQUADRAMENTO

O quadro 17 sintetiza o enquadramento desta pesquisa, referenciando as informações quanto a natureza, o tipo de abordagem ao problema, como os objetivos de uma pesquisa são classificados e quais os procedimentos adotados durante o projeto (PRODANOV e FREITAS, 2003).

QUADRO 17 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

| Natureza | Abordagem | Objetivos | Procedimentos |
|----------|-------------|--------------|---|
| Aplicada | Qualitativa | Exploratória | Pesquisa bibliográfica Levantamento/Survey |

FONTE: A Autora (2017).

Os critérios para escolha desta classificação são os indicados por Gil (2010), e dos autores do trabalho de Métodos de Pesquisa organizado por Gerhardt e Silveira (2009). Assim, esta pesquisa pode ser considerada como de natureza **aplicada**, pois se dedica a uma situação prática (PDP na indústria de cosmético) e é voltada para a solução de um problema específico (propor integração de aspectos de sustentabilidade ao PDP).

Quanto à abordagem, esta é essencialmente **qualitativa**, porque a preocupação maior é com a compreensão social do problema (escolha e confirmação das práticas sustentáveis).

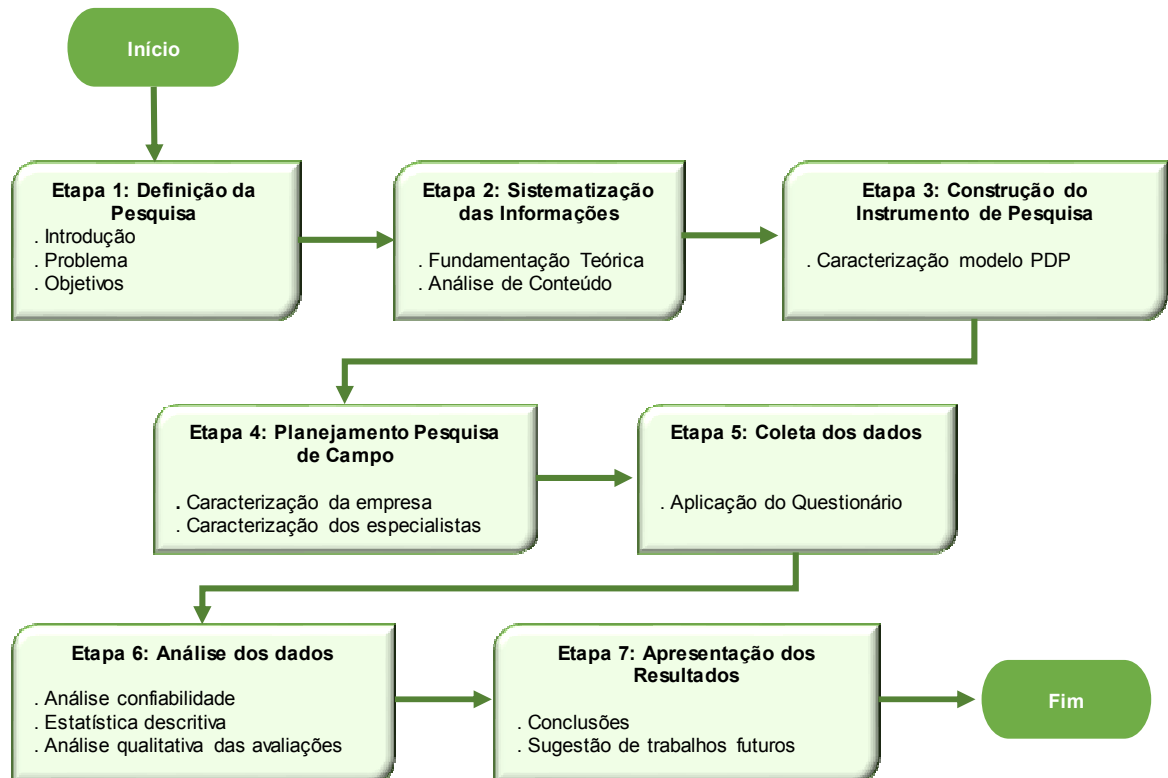
Com relação aos seus objetivos, estes se classificam essencialmente como **exploratórios**, pois têm por finalidade dar maior conhecimento e embasamento

sobre o tema, é o caso da aplicação do instrumento de pesquisa (questionário) aplicado junto a um grupo de especialistas de uma indústria de cosmético da grande Curitiba/PR.

3.2.PROTOCOLO DE PESQUISA

Conforme Fontelles et al. (2009), o protocolo trata-se da apresentação das informações referentes aos passos necessários para a execução de uma pesquisa. Assim, para atingir os objetivos determinados, foram seguidas as etapas descritas na figura 6.

FIGURA 6 – ETAPAS DE PESQUISA



FONTE: A Autora (2017).

Nas seções a seguir cada etapa do trabalho é detalhada.

3.2.1. Etapa 1: Definição do contexto da pesquisa

Inicialmente foi realizada pesquisa com o intuito de entender o contexto em que o tema desta dissertação está inserido. Tal procedimento foi realizado em janeiro de 2017 e foram realizados os procedimentos descritos a seguir.

Coleta de dados na base do Google Acadêmico®, *ISI Web of Knowledge (Web Of Science)*, *Scopus*, Portal de Periódicos da Capes, buscando-se por termos e palavras-chave que descrevessem genericamente os temas centrais da pesquisa. Sendo:

- “sustentabilidade”;
- “*sustainability*”;
- “processo desenvolvimento de produto”;
- “*product development process*”;
- “*Sustainable Product Development*”;

De posse deste panorama geral se procedeu à definição do tema, formulação do problema, a definição dos objetivos da pesquisa, a caracterização do protocolo de pesquisa e foi elaborada a introdução e parte da fundamentação teórica. Para conclusão da fundamentação teórica o trabalho focou na identificação e sistematização dos aspectos da sustentabilidade por meio de práticas, métodos e ferramentas que podem ser integrados ao PDP.

3.2.2. Etapa 2: Sistematização das informações

A análise das estruturas de PDP teve como objetivo identificar e selecionar as fases do PDP mais importantes para suportar a integração das dimensões da sustentabilidade. Para identificação dos aspectos sustentáveis foram levantados e analisados os métodos, práticas e ferramentas, que, sintetizados e selecionados compõem este trabalho. Com base nesses dois conceitos, foi desenvolvida uma proposta integrando os aspectos da sustentabilidade nas fases do PDP com objetivo de o produto ser ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente justo durante o seu ciclo de vida. Para operacionalização metodológica dessas etapas optou-se pela revisão sistemática para mapear os modelos de PDP e pela técnica de

Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011) para tratar o levantamento de trabalhos relacionados às práticas de Sustentabilidade.

A etapa relacionada aos modelos de PDP visou mapear e analisar as estruturas de desenvolvimento de produtos disponíveis na literatura. Para as buscas foram empregados os procedimentos da revisão sistemática proposta por Conforto (2011) com objetivo de encontrar as formas mais importantes de estruturação do PDP e se na literatura existe alguma estrutura de PDP que considere a integração de aspectos sustentáveis. Nessa etapa foram utilizadas como ponto de partida as palavras-chaves e termos identificados na análise do referencial teórico sobre o conceito de PDP (Capítulo 3). Com base nisso e utilizando operadores lógicos disponíveis para buscas avançadas, estabeleceram-se *strings* a serem utilizadas no levantamento nos bancos de dados. O quadro 18 apresenta os parâmetros utilizados na busca nessa etapa.

QUADRO 18 – DETALHE MAPEAMENTO DAS ESTRUTURAS DE PDP

| Base de Dados | Período de Consulta | String | Termos de busca |
|---|---|---|---|
| Google acadêmico/ ISI Web of Science/SciELO/ Science Direct/ Scopus | Primeiros registros de modelos estruturados de PDP: 1960 Intervalo considerado até 2017 | <i>Development of product/New product development/New product development process/NPD/NPD process/PD/PD process/ Product development/Product development process/Product innovation</i> | <i>Proposed method/Proposed methodology/Proposed model/Reference method/Reference methodology/Reference model</i> |

FONTE: A Autora (2018).

Esse levantamento gerou 147 publicações sobre as formas de estruturação do PDP. Logo, utilizou alguns critérios durante a leitura das publicações para selecionar apenas os trabalhos que atendem aos objetivos deste estudo.

Para padronizar o entendimento, se escolheu uma definição para o conceito de estrutura de PDP para auxiliar na identificação das estruturas de PDP. A definição escolhida foi a proposta por Rozenfeld, (2006), que se refere a “todas as formas estruturadas e sistematizadas que facilitam a compreensão e controle do PDP de maneira integrada para auxiliar na tomada de decisão”. Um termo atualmente usado na literatura são os modelos de referência do PDP, que permitem uma visão integrada do processo, destacando os seus elementos, suas estratégias, atividades, informações, recursos e organização, assim como, suas inter-relações.

Além disso, para análise das estruturas de PDP foram selecionadas as que apresentavam figuras para representação das fases que compõe esse processo ou as que tinham descrições textuais para interpretação das estruturas de PDP.

Com base nesses parâmetros foi possível selecionar e analisar 30 estruturas de PDP e entender melhor o processo evolutivo dessas abordagens, os diferentes termos empregados para o mesmo significado, os objetivos das estruturas e áreas de aplicação, bem como, realizar um mapeamento das fases dessas estruturas de PDP. A escolha do modelo de Rozenfeld et al. (2006) se justifica por considerar todo o ciclo de vida do produto no desenvolvimento de produto.

Por meio desse mapeamento, elaborou-se uma análise que foi separada em três diferentes períodos cronológicos de desenvolvimento, sendo o primeiro período cronológico de 1960 a 1979, estreado com estrutura de PDP de Asimow (1962) findo com Bonsiepe (1978). O Segundo período cronológico cobriu de 1980 a 1999 com a estrutura de Andreasen e Hein (1987) e fecha nos anos 1997 com Fleischer e Liker (1997). O último período de 2000 a 2017 é inaugurado com a proposta de Baxter (2003) e encerra-se com a estrutura de Bigliardi et al. (2013), conforme mostrado no Capítulo 2 (seção 2.3). Para discussão teórica dos principais conceitos dessas estruturas de PDP foi utilizado como base as referências de autores de modelos tradicionais de PDP (PAHL; BEITZ, 1977; CLARK; FUJIMOTO, 1991; WHEELWRIGHT; CLARK, 1992; COOPER, 1993; ROOZENBURG; EEKELS, 1995; ROZENFELD et al., 2006; ULRICH; EPPINGER, 2007; BACK et al., 2008).

Posterior ao levantamento dos modelos de PDP, buscou-se selecionar uma estrutura de PDP como referência para o desenvolvimento da proposta de integrar aspectos da sustentabilidade no PDP.

Para atingir esse objetivo foi realizada uma análise de quais são as fases mais citadas pelas estruturas de PDP selecionadas e identificar em quais momentos se tem possibilidade de inserir aspectos sustentáveis.

Para isso, foram listadas as fases do PDP e identificada a quantidade de vezes que cada fase do PDP foi citada e o percentual em relação as 30 estruturas de PDP analisadas. Com base na análise das estruturas de PDP percebe-se que não existe um modelo que integre de forma adequada os aspectos ambientais, sociais e econômicos e que possa ser utilizado como referência, corroborando com a importância desta dissertação.

Com o objetivo de encontrar mais subsídios para elaboração da proposta de integração das dimensões da sustentabilidade ao PDP, nesta etapa buscou-se aprofundar a fase de referencial teórico com a finalidade de mapear práticas, ferramentas e métodos sustentáveis na literatura. Foram utilizados operadores lógicos disponíveis para buscas avançadas nas procuras nos bancos de dados. As informações coletadas foram tratadas por meio da técnica de análise de conteúdo.

Conforme Moraes (1999) a Análise de Conteúdo é uma metodologia qualitativa ou quantitativa que ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados, muito utilizada para capturar e processar as informações de documentos e textos. As etapas indicadas para realização da Análise de conteúdo estão representadas no quadro 19.

QUADRO 19 – ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

| Etapa | Resultado |
|--|---|
| 1. Definição da amostra de artigos | |
| Base: Portal de periódicos da <i>Capes</i> , <i>WoS</i> , <i>Scopus</i> , <i>Google Academico</i> Período: 2012 a 2017 Termo: " <i>Sustainable Product Development</i> " | 298 artigos |
| 2. Seleção de artigos | |
| Leitura de resumos e palavras-chave Levantamento de informações: título, autores, periódico, ano de publicação, país do estudo, metodologia e tipo de dados coletados Leitura completa do artigo | 38 artigos restantes |
| 3. Análise de conteúdo | |
| Busca por práticas, métodos, ferramentas, <i>checklists</i> relacionados à atividade sustentável. Organização das informações elencadas em uma planilha eletrônica | Lista com 12 práticas, métodos, ferramentas de sustentabilidade |
| 4. Resultados | |
| Consolidar práticas sustentáveis de acordo com afinidades relacionadas a cada fase do PDP | Lista final com 25 iniciativas reunidas em 09 conjuntos de abordagens |

FONTE: A Autora (2017).

Os trabalhos selecionados foram analisados por meio da leitura e interpretação das publicações, utilizando como critério de seleção os que

apresentam detalhes de aplicação e citam as dimensões e aspectos ambientais, sociais e econômicos com objetivo de maximizar o enfoque sustentável no PDP.

As principais informações acerca dos trabalhos correlatos, como, ano de publicação, nome dos autores, título do artigo, origem, indústria de aplicação, natureza dos dados, número da amostra e relação às dimensões da sustentabilidade, estão indicadas no quadro 20.

QUADRO 20– LISTA DE TRABALHOS CORRELATOS

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|------|----------------------------|---|----------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 1 | 2007 | BYGGETH, S. | <i>A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | Ambiental Social |
| 2 | 2012 | VINODH, S. | <i>Environmental impact assessment of an automotive component using eco-indicator and CML methodologies</i> | Índia | Automobilística | Qualitativa e Quantitativa | 1 | Ambiental |
| 3 | 2012 | SUNDIN, E. | <i>Design for automatic end-of-life processes</i> | Suécia | Automação | Qualitativa | 2 | Ambiental |
| 4 | 2012 | MAYYAS, A. | <i>Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review</i> | Estados Unidos | Automobilística | Qualitativa e Quantitativa | 1 | DFS |
| 5 | 2013 | BANERJEE, Preeta. | <i>Sustainable human capital: product innovation and employee partnerships in technology firms</i> | Estados Unidos | Tecnologia | Qualitativa | 1 | Social |
| 6 | 2013 | PESONEN, H. L., HORN, S | <i>Evaluating the Sustainability SWOT as a streamlined tool for life cycle sustainability assessment</i> | Finlândia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | 3TBL |

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|----------|-------------------------|--|----------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 7 | 2013 | HALLSTEDT, S. I. | <i>Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 20 | 3TBL |
| 8 | 2013 | ASCHEHOUG, S. H. | <i>Building sustainability knowledge for product development and design - Experiences from four manufacturing firms</i> | Noruega | Automobilística | Qualitativa | 4 | 3TBL |
| 9 | 2013 | TU, J. C. | <i>Influential Factors and Strategy of Sustainable Product Development under Corporate Social Responsibility in Taiwan</i> | Taiwan | Bens de Consumo | Qualitativa e Quantitativa | 4 | RSC |
| 10 | 2014 (a) | GMELIN, H., SEURING, S. | <i>Determinants of a sustainable new product development</i> | Alemanha | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | 3TBL |
| 11 | 2014 | BRONES, F. | <i>Ecodesign in project management: a missing link for the integration of sustainability in product development?</i> | Brasil | Bens de Consumo | Qualitativa | 1 | Ambiental |
| 12 | 2014 | ARNETTE, A. N., | <i>Design for sustainability (DFS): the intersection of supply chain and environment</i> | Estados Unidos | Descaracterizado | Qualitativa | 40 | DFS |
| 13 | 2014 (b) | GMELIN, H., SEURING, S. | <i>Achieving sustainable new product development by integrating product life-cycle management capabilities</i> | Alemanha | Automobilística | Qualitativa | 23 | 3TBL |

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|------|-------------------------------|---|----------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 14 | 2014 | ALBLAS, A. A., | <i>Fuzzy sustainability incentives in new product development An empirical exploration of sustainability challenges in manufacturing companies</i> | Holanda | Bens de Consumo | Quantitativa | 6 | 3TBL |
| 15 | 2014 | BAUMGARTNER, R. J. | <i>Managing Corporate Sustainability and CSR: A Conceptual Framework Combining Values, Strategies and Instruments Contributing to Sustainable Development</i> | Áustria | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | RSC |
| 16 | 2015 | BI, Z.M., | <i>Reusing industrial robots to achieve sustainability in small and medium-sized enterprises</i> | Estados Unidos | Automação | Qualitativa | 1 | 3TBL |
| 17 | 2015 | SANGWAN, K. S., MITTAL, V. K. | <i>A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks</i> | Índia | Descaracterizado | Qualitativa | 113 | 3TBL |
| 18 | 2015 | JASTI, N. V. K., | <i>Development of a framework for green product development</i> | Índia | Descaracterizado | Qualitativa | 37 | 3TBL |
| 19 | 2015 | KREMER, G. E., | <i>Directions for instilling economic and environmental sustainability across product supply chains</i> | Índia | Bens de Consumo | Qualitativa | 1 | Ambiental Econômico |
| 20 | 2015 | HALLSTEDT. S. I. | <i>Assessing sustainability and value of manufacturing processes: a case in the aerospace industry</i> | Suécia | Química | Qualitativa e Quantitativa | 6 | 3TBL |

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|------|---|--|----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 21 | 2015 | SADABA, S. M., | <i>Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition</i> | Espanha | Descaracterizado | Qualitativa | 100 | 3TBL |
| 22 | 2015 | BIJU, P. L., | <i>Evaluation of customer requirements and sustainability requirements through the application of fuzzy analytic hierarchy process</i> | Índia | Bens de Consumo | Qualitativa | 1 | 3TBL |
| 23 | 2015 | FERNANDES, P. T., CANGILIERI JUNIOR, O. | <i>Sustainable Product Development: Ecodesign Tools Applied to Designers</i> | Brasil | Descaracterizado | Qualitativa | 10 | Ambiental |
| 24 | 2015 | MISSIMER, M. | <i>Social Sustainability within the framework for strategic sustainable development</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | Social |
| 25 | 2016 | KREISS, C., | <i>Making the Business Case for Sustainability: How to Account for Intangible Benefits—A Case Study Approach</i> | Estados Unidos | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | Econômico |
| 26 | 2016 | HASSAN, M. S., | <i>Sustainability evaluation of alternative part configurations in product design: weighted decision matrix and artificial neural network approach</i> | Malásia | Tecnologia | Qualitativa e Quantitativa | 1 | Ambiental |
| 27 | 2016 | LACASA, E., | <i>Obtaining sustainable production from the product design analysis</i> | Espanha | Energia, Água, efluentes | Qualitativa | 2 | Ambiental |

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|------|---------------------------------|---|-------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 28 | 2016 | SALARI, M., BHUYIAN, N. | <i>A proposed approach to improve current sustainable product development</i> | Canadá | Descaracterizado | Quantitativa | 1 | Ambiental |
| 29 | 2016 | MISSIMER, M., | <i>A strategic approach to social sustainability – Part 2: a principle-based</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | Social |
| 30 | 2016 | ZETTERLUND, H., | <i>Implementation potential of sustainability-oriented decision support in product development</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | 3TBL |
| 31 | 2016 | CESCHIN, F. | <i>Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions</i> | Reino Unido | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | DFS |
| 32 | 2017 | RASHID, S. H. A., | <i>The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance</i> | Malásia | Descaracterizado | Qualitativa e Quantitativa | 443 | Ambiental Social |
| 33 | 2017 | GOULD, R., | <i>Using social sustainability principles to analyse activities of the extraction lifecycle phase: Learnings from designing support for concept selection</i> | Suécia | Química | Qualitativa e Quantitativa | 1 | Social |
| 34 | 2017 | BROMAN, G. I., ROBERT, K. H. | <i>A framework for strategic sustainable development</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa e Quantitativa | 1 | RSC |

| Seq. | Ano | Autores | Título | Origem | Indústria de Aplicação | Natureza do Dados | Nº de amostras | Cita dimensões de sustentabilidade |
|------|------|-------------------|--|---------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| 35 | 2017 | HALLSTEDT, S. I. | <i>Sustainability criteria and sustainability compliance index for decision support in product development</i> | Suécia | Aerospacial | Qualitativa e Quantitativa | 1 | Ambiental Social |
| 36 | 2017 | SCHOGL, J. P., | <i>Improving sustainability performance in early phases of product design: A checklist for sustainable product development tested in the automotive industry</i> | Áustria | Automobilística | Qualitativa e Quantitativa | 1 | 3TBL |
| 37 | 2017 | FERNANDES, P. T., | <i>Method for integrated product development oriented to sustainability</i> | Brasil | Química | Qualitativa | 4 | 3TBL |
| 38 | 2017 | MISSIMER, M., | <i>A strategic approach to social sustainability – Part 1: exploring the social system</i> | Suécia | Descaracterizado | Qualitativa | 1 | Social |

FONTE: A Autora (2018).

Conforme quadro 20, com relação à seleção de artigos observa-se a predominância de artigos provenientes de países desenvolvidos (Suécia, Estados Unidos), que concentram 28,95% ou 11 dos artigos selecionados. Alguns dos trabalhos selecionados foram publicados em periódicos de importância para a área de Engenharias III como resume o quadro 21.

QUADRO 21 – PERIÓDICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS

| Periódicos | Autores | Classificação Qualis (Engenharias III) | Nº de artigos relacionados aos periódicos |
|--|--|--|---|
| <i>Journal of Cleaner Production</i> | HALLSTEDT, S. I. SCHOGGL, J. P., LACASA, E., BIJU, P. L., GMELIN, H., SEURING, S. GOULD, R., BROMAN, G. I., ROBERT, K. H. KREMER, G. E., BRONES, F. SADABA, S. M., ARNETTE, A. N., BYGGETH, S. MISSIMER, M., | A1 | 16 |
| <i>Clean Technologies and Environmental Policy</i> | FERNANDES, P. T., VINODH, S. HASSAN, M. S., | B1 | 3 |
| <i>International Journal of Operations & Production Management</i> | ALBLAS, A. A., RASHID, S. H. A., | A2 | 2 |
| <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i> | PESONEN, H. L., HORN, S | A2 | 1 |
| <i>Mathematical Problems in Engineering</i> | TU, J. C. | B1 | 1 |
| <i>Journal of industrial and Production Engineering</i> | SALARI, M., BHUYIAN, N. | não se aplica | 1 |
| <i>Corporate Social Responsibility and Environmental Management</i> | BAUMGARTNER, R. J. | não se aplica | 1 |
| <i>Progress in Industrial Ecology</i> | ASCHEHOUG, S. H. | C | 1 |
| <i>Cross Cultural Management: An International Journal</i> | BANERJEE, Preeta. | não se aplica | 1 |
| <i>Benchmarking: An International Journal</i> | JASTI, N. V. K., | B2 | 1 |
| <i>Design Studies</i> | CESCHIN, F. | B4 | 1 |
| <i>Management of Environmental Quality: An International Journal</i> | SANGWAN, K. S., MITTAL, V. K. | B2 | 1 |
| <i>Environmental Quality Management</i> | KREISS, C., | não se aplica | 1 |

| Periódicos | Autores | Classificação Qualis (Engenharias III) | Nº de artigos relacionados aos periódicos |
|--|---|--|---|
| <i>Procedia CIRP</i> | ZETTERLUND, H., | C | 1 |
| <i>Industrial Robot: An International Journal</i> | BI, Z.M., | B1 | 1 |
| <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> | MAYYAS, A. | A1 | 1 |
| <i>Assembly Automation</i> | SUNDIN, E. | não se aplica | 1 |
| <i>Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems</i> | FERNANDES, P. T., CANCIGLIERI JUNIOR, O. | A2 | 1 |
| <i>International Journal of Production Economics</i> | GMELIN, H., SEURING, S. | não se aplica | 1 |
| <i>Blekinge Institute of Technology</i> | MISSIMER, M. | C | 1 |

FONTE: A Autora (2018).

Sobre o tipo de indústria estudada verificou-se um número relevante de artigos (19 artigos) em que não há menção ao tipo de indústria. Nos casos em que há sinalização, observa-se maior concentração para os casos de: Automobilística (5 artigos), Química (3 artigos) e Automação e Tecnologia (2 artigos), no caso desta amostra a indústria de cosmético, foco desta pesquisa, não encontra nenhum artigo relacionado, enfatizando a importância desta pesquisa para o setor.

Em seguida, a lista de práticas, métodos e ferramentas, foi utilizada para construção do instrumento de pesquisa (questionário) que foi aplicado junto a especialistas da indústria de cosméticos da grande Curitiba/PR e cujos detalhes estão descritos na seção a seguir.

3.2.3. Etapa 3: Construção do instrumento de pesquisa

Antecedendo o planejamento da pesquisa e decisão pela população a ser analisada, foi elaborado o instrumento de pesquisa para a coleta de dados. Optou-se por um questionário, devido à possibilidade da racionalização do tempo de preenchimento, por permitir a aplicação simultânea aos especialistas e por atingir maior diversidade de profissionais e funções dentro da empresa. Foi então desenvolvido um questionário do tipo semiestruturado não disfarçado, pelo qual o respondente tem prévio conhecimento dos objetivos da pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A construção do instrumento de pesquisa foi dividida em duas planilhas do Excel®, sendo a primeira planilha com instruções para preenchimento do perfil do especialista, esclarecimentos dos objetivos da consulta, definição do significado de algumas siglas utilizadas na nomenclatura das fases da estrutura de PDP e detalhes da escala para avaliação da segunda planilha. A segunda planilha foi elaborada com base nas macrofases e fases do PDP no qual foram inseridas abordagens sustentáveis (ambientais, sociais e econômicos) para que os especialistas pudessem avaliar o nível de concordância com a proposta de integração apresentada. Cabe destacar ainda que essa planilha de avaliação foi elaborada seguindo a lógica das etapas do PDP de forma sequencial para facilitar seu preenchimento pelos respondentes. Nessa planilha de avaliação foi pré-definido coletar dados quantitativos e qualitativos para se ter maior embasamento na discussão dos resultados.

O objetivo deste instrumento de pesquisa foi verificar a aderência da integração dos aspectos da sustentabilidade ao PDP no cenário da indústria de cosmético da grande Curitiba/PR. É conveniente refletir sobre a impossibilidade de considerar todos os aspectos ao mesmo tempo e por isso a importância de identificar os itens mais críticos para que estes sejam o foco principal (GOVIDAN, 2014; BOUZON, 2016).

Para isso, as vinte e cinco (25) abordagens sustentáveis, dispostas em nove (09) conjuntos de iniciativas, elencadas na literatura, foram integradas ao modelo de referência de PDP do Rozenfeld et. al. (2006) e transformadas num questionário. Para quantificar as respostas dos especialistas foi utilizada uma escala ordinal de avaliação Likert com amplitude de 1-5. Cada resposta com uma pontuação: concorda completamente (1 ponto), concorda (2 pontos), indiferente (3 pontos), discorda (4 pontos), discorda completamente (5 pontos). No caso da avaliação ser “discorda” ou “discorda completamente” é solicitado ao respondente que justifique sua opinião e indique em qual fase do PDP é mais adequado integrar a abordagem sustentável. Para esses casos, as justificativas são tratadas como um dado qualitativo para análise e melhoria da proposta. A versão final do questionário encontra-se no Apêndice 1.

3.2.4. Etapa 4: Planejamento do estudo de caso

Nesta seção apresentam-se os dados referentes à empresa estudada, identificados por meio de observação direta e análises de documentos. São apresentadas informações a respeito de sua estrutura de negócio e enfoque à organização de times multifuncionais, formados por especialistas de diversas áreas, para suportar o processo de desenvolvimento de produtos.

3.2.4.1 Caracterização da Empresa objeto do estudo de caso

A empresa objeto deste estudo de caso é referência no ramo de varejo e beleza no Brasil, uma das maiores no segmento de indústria e comércio de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos do país, tendo sede industrial localizada nas regiões metropolitanas de Curitiba e Bahia. Possui sistema de franquias, ultrapassando a marca de 4.000 pontos de vendas localizadas por todo o território nacional. Embora seja o seu maior mercado, não se restringe ao brasileiro, está presente em 10 países nos continentes americano, europeu, asiático e africano por meio de 77 lojas e 600 pontos de venda.

Detentora de cinco marcas relevantes de cosméticos, atualmente a empresa apresenta um *mix* de aproximadamente 3.000 produtos divididos em categorias como maquiagem, cuidados para o corpo, cabelos e perfumaria. A empresa trabalha com uma média de 2 mil produtos em desenvolvimento simultaneamente e a cada ano renova seu portfólio de produtos em aproximadamente 30%.

O investimento em inovação tem uma efetividade muito grande. A empresa destina a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) cerca de 2,5% de sua receita líquida anual; em contrapartida, os lançamentos que nascem nessa área respondem por 50% do faturamento anual.

Para apoiar o desenvolvimento de produtos, a empresa estabeleceu um time multifuncional formado por representantes de diversas áreas e que atuam de acordo com suas especialidades. O modelo de referência de PDP aplicado para nortear as fases de desenvolvimento é adaptado do modelo de Rozenfeld *et. al.* (2006), considerando características do próprio negócio.

A empresa está engajada com o tema sustentabilidade, atuando para minimizar impactos ambientais, sociais e econômicos por meio de várias iniciativas

como logística reversa, desenvolvimento de matérias primas verdes, ecoeficiência na produção e desenvolvimento da comunidade.

Atuar em sustentabilidade está diretamente ligado à governança criada em 2012 e que, até os dias atuais, permeia diversos níveis hierárquicos de muitas áreas da empresa. Para os anos vindouros e com base nas evoluções das iniciativas no negócio da empresa, o objetivo é continuar desenvolvendo ações que contribuam para a disseminação das melhores práticas sustentáveis entre a cadeia de valor e os públicos de relacionamento e para aplicação destes nos processos de desenvolvimento.

3.2.4.2 Caracterização dos especialistas

A avaliação dos especialistas é uma das importantes estratégias utilizadas para dar credibilidade aos estudos de caso. A sua principal justificativa reside na crença de que esses profissionais apresentam profundo conhecimento sobre um assunto, seja por formação acadêmica ou por experiência de atuação no ramo em questão, sendo considerados formadores de opinião cujas declarações refletem previsões confiáveis (GIL, 2010).

De acordo com Bonetti (2009), a literatura não fornece parâmetros para estabelecer um número mínimo ou máximo de especialistas que devem ser consultados, podendo constar desde um pequeno grupo até um grupo numeroso, dependendo do tipo de problema a ser investigado e da população de especialistas possível de ser consultada.

Para a avaliação deste estudo, buscou-se selecionar um grupo de especialistas de áreas diversas relacionadas ao processo de desenvolvimento de produtos. O principal objetivo foi obter uma opinião de profissionais sob diferentes perspectivas, uma vez que o método proposto visa auxiliar a empresa a desenvolver produtos sustentáveis.

O critério de elegibilidade dos especialistas foi incluído como forma de evitar opiniões de participantes inexperientes ou que não conheçam o processo de desenvolvimento de produto, comprometendo a consistência da avaliação da proposta. Foram listados cinco critérios: i) participar direta ou indiretamente no PDP da empresa; ii) estar na função de gestão do PDP ou de área correlata, como Operações Industriais e Logísticas, Marketing ou Financeira; iii) ter experiência

profissional ou acadêmica de mais de cinco anos sobre o tema PDP; iv) possuir nível mínimo de graduação; v) ter respondido de forma adequada ao questionário de avaliação da estrutura proposta, conforme instruções de aplicação do instrumento de consulta.

O quadro 22 apresenta as características do grupo de especialistas participantes do estudo, configurando a população considerada para avaliação da proposta.

QUADRO 22– CARACTERÍSTICAS DO GRUPO DE ESPECIALISTAS

| Seq. | Função | Área Organizacional | Área de Formação Acadêmica | Tempo de Atuação Profissional |
|------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | Gestão PDP | P&D | Administração | 5 anos |
| 2 | Gestão PDP | P&D | Engenharia de Produção | 10 anos |
| 3 | Gestão PDP | P&D | Administração | 7 anos |
| 4 | Analista de Marketing | Marketing e Comunicação | Administração | 10 anos |
| 5 | Analista de Marketing | Marketing e Comunicação | Design Produto | 6 anos |
| 6 | Pesquisador Matéria Prima | P&D | Engenharia Química | 7 anos |
| 7 | Especialista Fragrância | P&D | Engenharia Química | 13 anos |
| 8 | Desenvolvedor Embalagem | P&D | Design Produto | 5 anos |
| 9 | Desenvolvedor Embalagem | P&D | Engenharia Química | 8 anos |
| 10 | Analista de Qualidade | Gestão da Qualidade | Farmácia | 15 anos |
| 11 | Engenheiro de Projetos/Processos | Engenharia | Engenharia de Produção | 11 anos |
| 12 | Engenheiro de Projetos/Processos | Engenharia | Engenharia de Produção | 8 anos |
| 13 | Engenheiro de Projetos/Processos | Engenharia | Engenharia Química | 6 anos |
| 14 | Analista de Segurança e Meio Ambiente | Gestão Meio Ambiente | Engenharia Ambiental | 9 anos |
| 15 | Analista de Suprimentos | Suprimentos | Engenharia Química | 10 anos |
| 16 | Analista de Suprimentos | Suprimentos | Farmácia | 7 anos |

| | | | | |
|----|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| 17 | Analista de Suprimentos | Suprimentos | Administração | 6 anos |
| 18 | Analista de Planejamento Produção | Supply Chain | Engenharia Mecânica | 7 anos |
| 19 | Analista de Planejamento Produção | Supply Chain | Administração | 15 anos |
| 20 | Analista de Planejamento Produção | Supply Chain | Engenharia de Produção | 12 anos |
| 21 | Analista Financeiro | Planejamento Financeiro | Administração | 10 anos |

FONTE: A Autora (2018).

O contato com os especialistas foi realizado por meio de convite pessoal e enviado por *e-mail* aos participantes atuantes do processo de desenvolvimento de produto na empresa objeto do estudo de caso. Com base no critério de seleção definido, 21 pesquisadores foram selecionados e responderam ao questionário, contabilizando uma taxa de retorno de 100%, considerando que todos atenderam aos critérios de elegibilidade estabelecidos. A próxima etapa descreve como ocorreu a coleta de dados.

3.2.5. Etapa 5: Coleta dos dados

Esta consulta aos especialistas não englobou teste piloto do questionário, apesar de ser sugerido pela literatura (FORZA, 2002). Porém, durante a elaboração do instrumento de pesquisa foram tomados alguns cuidados para assegurar que as instruções do questionário estavam claras para o seu correto preenchimento e de fácil entendimento dos objetivos da consulta. Também, foram realizados alguns ajustes para reduzir o tempo de resposta do questionário sem prejudicar o nível de detalhamento necessário para proposta como, padronizar o formato das avaliações com opções de escolha das notas da escala de Likert que também facilita a codificação e análise estatística dos dados coletados.

Como complemento para aumentar a taxa de retorno e oficializar a consulta, foi elaborado uma carta convite mostrada na íntegra no Apêndice 1 e um texto padrão para ser enviado aos especialistas identificados para participar da consulta. Todos esses cuidados visaram promover maior motivação aos respondentes e assim aumentar a taxa de retorno do levantamento.

Para envio dos questionários, os endereços dos e-mails dos especialistas foram retirados da base de cadastros Outlook® da empresa objeto do estudo de caso. Os *emails* com o questionário foram enviados e corridos 3 dias foram enviados lembretes via e-mail da importância da participação do especialista para o sucesso do trabalho e um segundo lembrete foi enviado informando que o encerramento do levantamento da consulta aconteceria após 5 dias a data daquela mensagem.

A coleta de dados junto aos especialistas ocorreu durante o mês de fevereiro de 2018. Seguida pela análise dos dados e discussão das respostas obtidas junto aos respondentes.

3.2.6. Etapa 6: Análise dos dados

Após aplicação dos questionários os resultados foram organizados em uma planilha eletrônica e foi confirmada a integração das práticas sustentáveis ao PDP.

Esta etapa dividiu-se em três abordagens, sendo uma destinada a avaliar a confiabilidade interna dos dados levantados por meio do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach para o questionário. A próxima abordagem quantitativa foi para interpretar estatisticamente a avaliação dos especialistas e verificar o nível de aceitação da proposta de integração. A última abordagem realiza uma análise qualitativa das sugestões de melhorias e justificativas de discordância dos respondentes quanto ao momento de integração de aspectos ambiental, social e econômico nas fases do PDP.

Para avaliar a consistência do questionário, dando maior robustez do questionário, decidiu-se realizar a aplicação do coeficiente alfa de Cronbach. Esse indicador é utilizado para medir a consistência interna de uma escala, ou seja, para avaliar a magnitude em que os itens de um instrumento de coleta de dados (questionário) estão correlacionados (CORTINA, 1993). Para se calcular o coeficiente alfa de Cronbach utiliza-se da média das correlações entre as questões que fazem parte do instrumento de coleta de dados, sendo que um grupo de questões que explora um mesmo conceito demonstra um elevado valor (ROGERS; SHMITI; MULLINS, 2002).

O cálculo desse coeficiente considera (X) como sendo uma matriz ($n \times k$) que corresponde às respostas quantificadas de um questionário. Cada linha de (X) representa um especialista e cada coluna representa uma questão. Dado que todos

os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, as variáveis utilizadas no cálculo são: o número de questões do instrumento de coleta (k), a variância de cada questão (S^2_i), e a variância total (S^2_{soma}) de cada indivíduo (i) nos (k) itens, conforme mostra a equação (1):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right) \quad (1)$$

Na averiguação do coeficiente alfa de Cronbach aplicou-se a análise de resposta para o questionário como um todo.

A tabela 1 mostra com base na literatura a relação entre o valor Alfa com o nível de confiabilidade interna do questionário, lembrando que alguns autores como Cronbach (2004), Freitas e Rodrigues (2005), Hill e Hill (2008) e Hora, Monteiro e Arica (2010) afirmam que um valor de alfa de Cronbach acima de 0,70 é considerado aceitável. Streiner (2003), afirma que o valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70; abaixo desse valor a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa. Em contrapartida, o valor máximo esperado é 0,90; acima deste valor, pode-se considerar que há redundância ou duplicação, ou seja, vários itens estão medindo exatamente o mesmo elemento de um constructo; portanto, os itens redundantes devem ser eliminados. Usualmente, são preferidos valores de alfa entre 0,80 e 0,90.

TABELA 1– PARÂMETROS DE NÍVEL DE CONFIABILIDADE INTERNA (ALFA DE CRONBACH)

| Valor de Alfa | Nível de Confiabilidade |
|---------------|-------------------------|
| > 0,90 | Muito Alta |
| 0,75 - 0,90 | Alta |
| 0,60 - 0,75 | Moderada |
| 0,30 - 0,60 | Baixa |
| < 0,30 | Muito Baixa |

FONTE: Adaptado de Freitas e Rodrigues (2005) e Hill e Hill (2008).

A análise quantitativa focou em alguns pontos chaves relacionadas ao objetivo desta dissertação e dividiu-se em três tópicos descritos a seguir: i) Avaliar o nível de aceitação da proposta com base nas notas dos especialistas: Para realizar

essa análise empregaram-se os gráficos de Histograma e Pareto de todas as notas, com o intuito de averiguar quais são as notas mais frequentes. Como complemento avaliou-se as principais características descritivas dos dados. ii) Identificar clusters e agrupar os especialistas com base nas características das suas avaliações. Buscou-se verificar se os especialistas estão avaliando igualmente a proposta apresentada ou não. As avaliações foram sintetizadas em uma planilha em Excel® e analisou a distribuição da porcentagem das notas de concordância plena e discordância plena. Desta forma, conseguiu visualizar três grupos de avaliadores (apoiadores, opositores e indiferentes). iii) Comparar em quais fases do PDP há maior discordância para, posteriormente, direcionar a análise qualitativa para esses itens: Para avaliar a proposta de estruturação do PDP por fases utilizou-se de uma planilha em Excel® e analisou a distribuição das notas, médias e dispersão para cada fase do PDP.

Para realizar a análise qualitativa das avaliações dos especialistas, separou-se em tabelas uma para cada macro fase do PDP, incluindo a avaliação de discordância ou comentário dos especialistas quanto à integração dos aspectos de sustentabilidade. Além disso, foram estratificados os comentários de cada especialista para cada fase integrada ao PDP, conforme exemplo mostrado no quadro 24.

QUADRO 23 – EXEMPLO DA ESTRUTURA UTILIZADA PARA ANÁLISE DOS COMENTÁRIOS DOS ESPECIALISTAS

| Planejamento do Projeto (PP) | |
|--|---|
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| 1) Uma vez definida a equipe para execução do projeto, adequar um programa de desenvolvimento/treinamento para suprir as necessidades de conhecimento sobre sustentabilidade (materiais, processos, tecnologias, eficiência energética, reciclagem, desmontagem, remanufaturados); | <u>Especialista A</u> : o treinamento sugerido poderia ser realizado com certa periodicidade, não necessariamente a cada novo projeto; |
| 2) Elaborar mapa de riscos de impacto ambiental, social e econômico a cada passagem de fase, com maior ênfase as fases iniciais de conceituação do produto; | <u>Especialista C</u> : o painel de indicadores de desempenho parece fazer mais sentido na fase de projeto informacional, quando se tem mais requisitos do produto e de suas embalagens e composição química; |
| 3) Elaborar painel de indicadores de desempenho sustentável do projeto/produto para monitorar: potencial de reciclagem, emissão de gases e impacto camada ozônio, consumo de energia, água e materiais, geração de resíduos conforme vida útil | <u>Especialista I</u> : o treinamento seja a cada tipo de projeto ou periodicidade geral dará mais embasamento e criticidade ao time de desenvolvimento sobre as possibilidades de uso de materiais e processos.; <u>Especialista N</u> : o mapeamento de riscos é essencial para mitigar erros futuros ou gastos para contenção de impactos ambientais que poderiam ter sido previstos; |

FONTE: A Autora (2018).

Em seguida, foi analisada cada uma dessas sugestões de melhoria, com base no referencial teórico, para interpretar o ponto de vista dos especialistas e discutir os conceitos teóricos para decidir a necessidade de ajustar a proposta avaliada.

3.2.7. Etapa 7: Apresentação dos resultados

Consiste em apresentar os resultados obtidos junto aos especialistas, bem como a proposta de estruturação do PDP com a integração de abordagens sustentáveis, valendo-se do Coeficiente de Cronbach, empregado para medir a confiabilidade do instrumento de pesquisa e de análises quantitativa e qualitativa dos dados através dos comentários dos avaliadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo tem o objetivo de apresentar os resultados da avaliação da proposta de estruturação do PDP com a integração de aspectos sustentáveis. Para isso foi realizado uma consulta aos especialistas da área de PDP de uma indústria de cosméticos. A análise de dados dividiu-se em três seções, sendo uma destinada a avaliar a confiabilidade interna do questionário por meio do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach, a segunda seção realiza uma análise quantitativa dos dados e tem o objetivo de interpretar estatisticamente a avaliação dos especialistas e verificar o nível de aceitação da estruturação proposta. A terceira seção realiza uma análise qualitativa das sugestões de melhoria e justificativas de discordância dos respondentes quanto ao momento de integração de aspectos de sustentabilidade nas fases do PDP. Os métodos e ferramentas utilizados na coleta e análise de dados foram descritos em detalhes nas seções do Capítulo 3 de métodos de pesquisa.

4.1. Confiabilidade interna do questionário (Alfa de Cronbach)

Para calcular o coeficiente alfa de Cronbach utilizou-se do Excel® e com a análise de resposta de cada especialista para abordagem sustentável correlacionada a uma fase do PDP no questionário obteve-se o valor de 0,730, demonstrando moderada confiabilidade interna do instrumento utilizado.

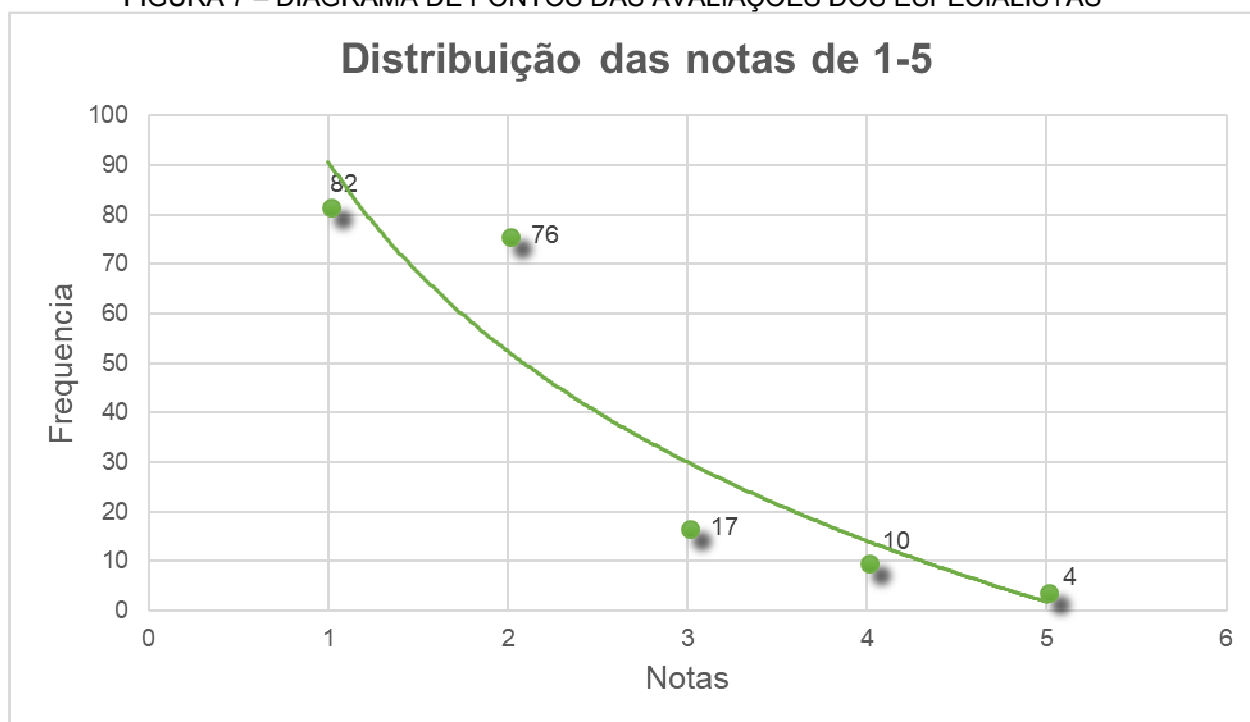
4.2. Análise quantitativa dos dados levantados em campo

A análise quantitativa por meio de estatística descritiva focou em alguns pontos chaves relacionados ao objetivo desse trabalho, de propor uma estrutura de PDP considerando abordagens sustentáveis: i) avaliar o nível de aceitação da proposta com base nas notas dos especialistas; ii) identificar *clusters* e agrupar os especialistas com base nas características das suas avaliações; iii) checar em quais fases do PDP há maior discordância para, posteriormente, direcionar a análise qualitativa para esses itens.

Por meio do Diagrama de Pontos, avaliou-se o comportamento de todas as notas, com o intuito de averiguar quais são as notas mais frequentes, que conforme

observado na Figura 7 é a nota 1 (concordância plena), seguido de perto pela nota 2 (concordância). As demais notas são bem menos frequentes (3-indiferente, 4-discordância e 5- discordância plena). Nessa mesma figura também se consegue visualizar as principais características descritivas dos dados da população analisada.

FIGURA 7 – DIAGRAMA DE PONTOS DAS AVALIAÇÕES DOS ESPECIALISTAS



FONTE: A Autora (2018).

Considerando a análise do Diagrama de pontos, pode-se observar claramente que os especialistas de uma forma geral concordam com a proposta apresentada, sendo que 83,6% das respostas são de concordância (43,4% de concordância plena e 40,2% de concordância), 9,0% são indiferentes e apenas 7,4% de discordância (5,3% de discordância e 2,1% de discordância plena).

O próximo passo foi realizar uma análise de *cluster* exploratória para avaliar os especialistas quanto à concordância com a proposta, foi utilizado o método da K-Médias para ordenar os especialistas, representando o centro de gravidade dos dados de cada avaliador. Avaliando a tabela 2 são vislumbrados três diferentes grupos, fortes apoiadores com os especialistas "14", "8", "1" e "10" (nota média baixa e baixo desvio padrão), fortes resistentes com os especialistas "5", "4", "3", "17" e "21" (nota média alta e alto desvio padrão) e um grupo intermediário com os demais

especialistas. Também, percebe-se que os desvios padrões de forma macro aumentam com o aumento da nota média da escala.

TABELA 2 – ANÁLISE DAS AVALIAÇÕES DOS ESPECIALISTAS PARA IDENTIFICAR CLUSTERS

| Especialista | Média | Desvio Padrão | Nota 1 (%) | Concordância (%) | Nota 5 (%) | Disconcordância (%) | Clusters |
|--------------|--------|---------------|------------|------------------|------------|---------------------|-------------------|
| 14 | 1,1111 | 0,3333 | 80% | 100% | 0% | 0% | Forte apoiador |
| 8 | 1,3333 | 0,5000 | 50% | 100% | 0% | 0% | Forte apoiador |
| 1 | 1,4444 | 0,5270 | 38% | 100% | 0% | 0% | Forte apoiador |
| 2 | 1,4444 | 1,0138 | 54% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 10 | 1,4444 | 0,5270 | 38% | 100% | 0% | 0% | Forte apoiador |
| 9 | 1,5556 | 0,8819 | 43% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 12 | 1,5556 | 0,7265 | 36% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 18 | 1,5556 | 0,7265 | 36% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 19 | 1,5556 | 0,5270 | 29% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 20 | 1,5556 | 0,5270 | 29% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 6 | 1,6667 | 0,7071 | 27% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 7 | 1,7778 | 0,4410 | 13% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 11 | 1,7778 | 0,6667 | 19% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 16 | 1,7778 | 0,6667 | 19% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 15 | 1,8889 | 0,7817 | 18% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 21 | 2,0000 | 1,4142 | 28% | 50% | 28% | 50% | Fortes resistores |
| 13 | 2,1111 | 0,7817 | 5% | 100% | 0% | 0% | Intermediário |
| 17 | 2,1111 | 1,0541 | 16% | 100% | 0% | 0% | Fortes resistores |
| 3 | 2,4444 | 1,2360 | 5% | 17% | 23% | 83% | Fortes resistores |
| 5 | 3,0000 | 1,1180 | 4% | 100% | 0% | 0% | Fortes resistores |
| 4 | 3,2222 | 1,3944 | 3% | 9% | 34% | 91% | Fortes resistores |

FONTE: A Autora (2018).

Para avaliar a proposta por fases procurou-se analisar a distribuição das notas, as notas médias e a dispersão para cada avaliador e fase do PDP. Na tabela 3 foram avaliadas as fases, juntando-se todos os avaliadores, onde foi percebido que a fase de menor aceitação foi de Projeto Detalhado (PD), que possui baixa média e alto desvio padrão. Cabe ressaltar que as fases de Planejamento Estratégico de Projetos (PEP), Planejamento de Projeto (PP) possuíram um desvio padrão baixo, ou seja, forte concordância entre os avaliadores sobre os mesmos pontos, o que indica no geral que o resultado das avaliações foi bom, demonstrando haver mais resultados favoráveis.

TABELA 3 – ANÁLISE DAS AVALIAÇÕES POR FASE DA PROPOSTA APRESENTADA

| Fases do PDP | Nota 1 | Nota 2 | Nota 3 | Nota 4 | Nota 5 | Média (μ) | Desvio Padrão (σ) |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------|--|
| Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) | 57% | 38% | 5% | 0% | 0% | 1,4762 | 0,6016 |
| Planejamento do Projeto (PP) | 48% | 43% | 5% | 5% | 0% | 1,6667 | 0,7958 |
| Projeto Informacional (PI) | 38% | 43% | 5% | 14% | 0% | 1,9524 | 1,0235 |
| Projeto Conceitual (PC) | 33% | 29% | 19% | 10% | 10% | 2,3333 | 1,3166 |
| Projeto Detalhado (PD) | 57% | 29% | 5% | 5% | 5% | 1,7143 | 1,1019 |
| Preparação da Produção do Produto (PPP) | 24% | 43% | 29% | 5% | 0% | 2,1429 | 0,8536 |
| Lançamento do Produto (LP) | 48% | 48% | 5% | 0% | 0% | 1,5714 | 0,5976 |
| Acompanhar Produto e Processo (APP) | 43% | 52% | 0% | 5% | 0% | 1,6667 | 0,7303 |
| Descontinuar Produto no Mercado (DPM) | 43% | 38% | 10% | 5% | 5% | 1,9048 | 1,0911 |
| | | | | | | 1,8254 | 0,9488 |

FONTE: A Autora (2018).

Na intenção de validar tais resultados, a próxima seção trará a consolidação dos comentários dos especialistas conforme procedimentos indicados na seção 3.2.6 do capítulo 3.

4.3. Análise qualitativa da avaliação dos especialistas

Esta análise qualitativa dos dados é embasada pelos conceitos apresentados no referencial teórico sobre PDP e sustentabilidade e foca na interpretação dos comentários e na justificativa das discordâncias da avaliação dos especialistas sobre a proposta de inserção de aspectos sustentáveis no PDP. O Quadro 24 sintetiza os principais comentários dos 21 especialistas que participaram da consulta.

QUADRO 24 – PRINCIPAIS COMENTÁRIOS DOS ESPECIALISTAS

| Macrofase - Pré Desenvolvimento | |
|--|--|
| Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Elaborar e implementar um plano estratégico e diretrizes para suportar a tomada de decisão nas questões relacionadas a sustentabilidade do produto/negócio, garantindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envolvimento da Cadeia de Suprimentos para melhorar o desempenho ambiental, social e econômico; - Desenvolver uma base de dados (biblioteca | <p><u>Especialista A</u>: Gostei da forma que a consulta da proposta foi realizada, incluindo as iniciativas em cada fase do modelo. Nesse caso evitou um descritivo prévio do modelo para que os especialistas pudessem avaliar melhor;</p> <p><u>Especialista B</u>: A idéia de integrar aspectos sustentáveis é promissora, mas precisa evoluir melhor a forma de envolvimento da cadeia de suprimentos como um todo;</p> |

| | |
|--|---|
| <p>sustentável) com informações de tecnologias, mercado, características dos materiais, componentes e processos que permeiam o ciclo de vida dos produtos;</p> <p>- Elaboração ferramenta de análise econômica da carteira de produtos, considerando custo da cadeia (berço-a-berço)</p> | <p><u>Especialista D</u>: A abordagem do banco de dados só faz sentido quando houver combinação dos dados (matriz), assim o time de projetos poderá simular situações de desenvolvimento de produtos e seus impactos em relação a sustentabilidade;</p> <p><u>Especialista E</u>: Talvez seja interessante que no momento da análise do portfólio de projetos já sejam estipulados critérios ambientais e econômicos para comparação das idéias;</p> <p><u>Especialista H</u>: Essencial antecipar as questões do ciclo de vida dos produtos até a descontinuidade;</p> <p><u>Especialista J</u>: É uma iniciativa bastante desafiadora. Penso que nesta fase seja importante vincular quais normas e instituições que estebelecem indicadores de controles poderão ser usados para medições de desempenho;</p> |
| Planejamento do Projeto (PP) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Uma vez definida a equipe para execução do projeto, adequar um programa de desenvolvimento/treinamento para suprir as necessidades de conhecimento sobre sustentabilidade (materiais, processos, tecnologias, eficiência energética, reciclagem, desmontagem, remanufaturados);</p> <p>2) Elaborar mapa de riscos de impacto ambiental, social e econômico a cada passagem de fase, com maior ênfase as fases iniciais de conceituação do produto;</p> <p>3) Elaborar painel de indicadores de desempenho sustentável do projeto/produto para monitorar: potencial de reciclagem, emissão de gases e impacto camada ozônio, consumo de energia, água e materiais, geração de resíduos conforme vida útil</p> | <p><u>Especialista A</u>: o treinamento sugerido poderia ser realizado com certa periodicidade, não necessariamente a cada novo projeto;</p> <p><u>Especialista C</u>: o painel de indicadores de desempenho parece fazer mais sentido na fase de projeto informacional, quando se tem mais requisitos do produto e de suas embalagens e composição química;</p> <p><u>Especialista I</u>: o treinamento seja a cada tipo de projeto ou periodicidade geral dará mais embasamento e criticidade ao time de desenvolvimento sobre as possibilidades de uso de materiais e processos.;</p> <p><u>Especialista N</u>: o mapeamento de riscos é essencial para mitigar erros futuros ou gastos para contenção de impactos ambientais que poderiam ter sido previstos;</p> |
| Macrofase - Desenvolvimento | |
| Projeto Informacional (PI) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Elaborar um conjunto de especificações-meta do produto alinhando os atributos, percepção de agregação de valor ao cliente, estratégia de mercado da empresa de modo a minimizar impactos aos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Exemplos de iniciativas:</p> <p>- escolher tecnologias com opções de ajuste automático, reduzindo consumo energia;</p> <p>- elaborar processos simples de operar e entender, além de treinar colaboradores para execução;</p> <p>- preferir estrutura modular; minimizar número de componentes, conexões e diferentes materiais;</p> <p>- optar por materiais fácil degradação, com alta</p> | <p><u>Especialista D</u>: Nesta abordagem faltou algum relacionamento com o cliente e que acredito ficaria mais claro na fase de projeto detalhado, que no desenvolvimento da embalagem, informar ao cliente sobre o uso para controle de impactos principalmente ambiental;</p> <p><u>Especialista E</u>: Ideal incluir iniciativas correlacionadas aos clientes, como forma de descarte após uso do produto. Avaliar se esta proposta ficaria melhor na fase de projeto detalhado. Combinar com área de desenvolvimento de embalagem;</p> <p><u>Especialista M</u>: Como o produto está em desenvolvimento, acredito ser precipitado, definir</p> |

| | |
|---|---|
| eficiência energética e de fontes renováveis e limpas. | conjunto de especificações-meta sobre processos, uma vez que a especificação final do produto é que irá direcionar melhor processo para reduzir impactos de ordem ambiental, financeiro. Direcionar tal iniciativa para o projeto detalhado. |
| Macrofase - Desenvolvimento | |
| Projeto Conceitual (PC) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Com base nas escolhas feitas na fase anterior, faz-se necessário revisar o escopo do produto/projeto considerando os possíveis impactos à sustentabilidade do negócio;</p> <p>2) As estimativas de orçamento precisarão ser revisitadas de modo a refletir as alternativas sustentáveis (reciclagem, recuperação, otimização de armazenagem e distribuição);</p> <p>3) Desenvolver plano de processo de manufatura considerando as tecnologias com menores índices de impactos ambiental e econômico;</p> <p>4) Manter documentadas as principais escolhas, decisões tomadas na base de dados sustentável e periodicamente divulgar este conhecimento de melhores práticas as pessoas envolvidas no PDP</p> | <p><u>Especialista C</u>: Nesta abordagem, os itens 2 e 3 deveriam ser realocados para a fase de projeto detalhado;</p> <p><u>Especialista D</u>: não está muito claro como estas iniciativas funcionaram aqui. Talvez verificar aplicação no projeto detalhado;</p> <p><u>Especialista Q</u>: É preciso avaliar transferir esta abordagem para o projeto detalhado e ainda avaliar impacto da aquisição de materiais com viés "verde";</p> <p><u>Especialista U</u>: Nesta fase o produto e embalagens estão em fase de desenvolvimento. Quer valoração financeira aqui terá retrabalho, o que não parece sustentável do ponto de vista de uso de recursos.</p> |
| Macrofase - Desenvolvimento | |
| Projeto Detalhado (PD) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Conforme evolução do conceito do projeto/produto, faz necessário revisar o mapa de riscos potenciais de impacto a sustentabilidade;</p> <p>2) Definir e aplicar técnicas estruturais de minização do volume total do produto em relação ao uso de insumos;</p> <p>3) Avaliar a descentralização das atividades para reduzir sistemas, subsistemas e componentes transportados, reforçando necessidade de selecionar fornecedores qualificados e de acordo com normas ambientais e sociais;</p> <p>4) Avaliar a implantação de sistemas simuladores com intuito de visualizar e otimizar o processo de transformação, perda de material em processo, consumo de energia; avaliar possibilidade de exposição a substâncias químicas, movimentação de materiais e pessoas e etapa de distribuição;</p> <p>5) Criar manual de descontinuidade do produto, logística reversa, explicando a estratégia de fim de vida e os encaminhamentos adequados de modo a mitigar impactos ambientais e sociais.</p> | <p><u>Especialista A</u>: a idéia de se ter simuladores para avaliar não só o processo produtivo, mas as perdas, consumo energético e movimentação de material é de grande valia a todo o time;</p> <p><u>Especialista D</u>: o item 2 desta abordagem ficaria melhor na fase de planejamento do projeto, quando há definição do escopo do produto;</p> <p><u>Especialista E</u>: o momento correto de definir ou melhor, de pensar sobre a quantidade de insumos é no planejamento do projeto, acredito que, junto com o time de desenvolvimento de matérias primas e de embalagens;</p> <p><u>Especialista K</u>: sempre que possível a utilização de simuladores é bem vinda. Seu uso durante o PDP trará benefícios e tornará o processo e consequentemente os produtos mais sustentáveis, promovendo o conhecimento do time de trabalho;</p> <p><u>Especialista N</u>: o manual de descontinuidade, vai ajudar inclusive as comunidades participantes da coleta, instruindo sobre a melhor forma de desmontagem, redirecionamento para reprocessamento e reciclagem.</p> |
| Macrofase - Desenvolvimento | |

| Preparação da Produção do Produto (PPP) | |
|--|---|
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Montar e posicionar os recursos do processo de modo que o ajuste do layout permita otimizar o fluxo de materiais e pessoas, consequentemente reduzindo consumo de energia;</p> <p>2) Avaliar os riscos operacionais que prejudicam a saúde humana e o meio ambiente e identificar oportunidades de melhorias do produto e processo;</p> <p>3) Acrescentar à política de manutenção ao Planejamento estratégico e a política/diretrizes ambientais;</p> <p>4) Planejar treinamentos/reciclagem para estimular melhorias de eficiência de processo e como usar materiais "verdes" de forma inteligente.</p> | <p><u>Especialista B</u>: Até aqui a proposta faz bastante sentido, podendo ser repensado em alguns aspectos e readequado algumas abordagens para fases mais pertinentes, por exemplo, os itens 3 e 4 poderiam ter sido incorporados à fase de planejamento do projeto;</p> <p><u>Especialista E</u>: A proposta de treinamento/reciclagem descrita no item 04 da abordagem, não parece ter sentido nesta fase, uma vez que já foi proposta na fase de planejamento de projeto;</p> <p><u>Especialista K</u>: A abordagem 1 desta fase é bem interessante, mas dependendo da variabilidade de produtos direcionados para o mesmo processo/máquina, é difícil ficar repensando layout;</p> <p><u>Especialista N</u>: Em razão de requisitos legais, avaliação de riscos operacionais já é feito, mas incluir no PDP reforça a importância de todo o time estar preocupada com integridade física e do meio ambiente.</p> |
| Macrofase - Desenvolvimento | |
| Lançamento do Produto (LP) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Treinar os times de campanhas publicitárias, comunicação e vendas a utilizar as características ambientais e sociais associados ao produto (selo verde, material biodegradável, reciclável, certificações ambientais);</p> <p>2) Buscar colaboração junto aos distribuidores logísticos para a melhoria do desempenho ambiental e social como evitar avarias aos produtos/materiais de embalagens, apoio na coleta das embalagens, calendário de manutenção adequado dos veículos afim de evitar emissão descontrolada de monóxido de carbono;</p> <p>3) Monitorar a vida útil do produto acabado e dos componentes e sendo necessário atualizar o plano de fim de vida em termos de retirada do produto no mercado, cessação da produção, avaliação dos estoques (obsolescência, descarte, promocional), logística reversa, desmontagem e reciclagem.</p> | <p><u>Especialista D</u>: muito importante a disseminação das práticas sustentáveis a todo o grupo de trabalho e também para a área de comunicação que endossará todo o esforço comprometido para tornar produtos sustentáveis;</p> <p><u>Especialista G</u>: esta abordagem traz iniciativas bastante positivas ao processo de PDP, também um envolvimento com grupos externos que não eram considerados. Visão sistêmica e rede colaborativa;</p> <p><u>Especialista S</u>: envolver os times de logística interna será fundamental para redução de desperdícios, mas muito mais aumento do engajamento dos prestadores de serviço;</p> <p><u>Especialista U</u>: todas estas iniciativas refletirão em melhores resultados, diretos ao produto e a cadeia de abastecimento como um todo.</p> |
| Macrofase - Pós Desenvolvimento | |
| Acompanhar Produto e Processo (APP) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Avaliar o desempenho da abordagem sustentável em relação ao produto/processo projetado com base no atendimento das conformidades e confiabilidade ambiental e rigor a sustentabilidade social e econômica;</p> | <p><u>Especialista E</u>: nesta fase, senti falta de uma abordagem voltada a avaliar/medir a percepção do consumidor quanto as práticas sustentáveis aplicadas e comunicadas, assim podendo retroalimentar o processo de PDP e promover um processo de melhoria contínua.</p> |

| 2) Planejar coleta de informações e estruturar fórum para tratar resultados, melhores práticas para direcionar melhorias na gestão do PDP. | |
|--|---|
| Macrofase - Pós Desenvolvimento | |
| Descontinuar Produto no Mercado (DPM) | |
| Abordagem Sustentável | Avaliação dos Especialistas |
| <p>1) Com base no plano estratégico e planejamento do projeto/produto para fim de vida, preparar recebimento deste produto (logística reversa, reciclagem, desmontagem, descarte, disposição em aterro, participação comunidades/cooperativas de segregação de resíduos);</p> <p>2) Analisar e comunicar os resultados da análise econômica considerando o impacto/ganhos das escolhas feitas ao longo do ciclo de vida do produto de modo a integrar a base de dados sustentáveis da empresa.</p> | <p><u>Especialista B</u>: proposta consistente e com certeza que tem grandes possibilidades de implementação e até réplica para outros tipos de setores e de portes variados;</p> <p><u>Especialista D</u>: conforme o produto está desempenhando no mercado, após lançamento do produto, já é possível avaliar e prever sua descontinuidade e preparar o plano de retirada;</p> <p><u>Especialista E</u>: a única abordagem que cabe aqui é econômica da cadeia, já que a de preparar retirada pode ser antecipada para a fase anterior;</p> <p><u>Especialista N</u>: minha avaliação sobre a proposta é bem positiva. Abordou tópicos relevantes e procurou atender as necessidades das 3 dimensões essenciais da sustentabilidade;</p> <p><u>Especialista S</u>: a proposta é desafiadora, mas potencializa resultados não só econômicos, como incentiva o envolvimento da comunidade ligada direta ou indiretamente aos impactos ambientais.</p> |

FONTE: A Autora (2018).

De modo geral, a proposta foi bem aceita pelos especialistas que participaram da consulta, havendo uma percepção da sua contribuição para o tema pesquisado, do seu caráter orientativo e cuidado na integração dos aspectos ambientais, sociais e econômicos nas fases do PDP. Nesses comentários gerais dos avaliadores percebe-se a preocupação com o desenvolvimento da embalagem dos produtos em paralelo com o desenvolvimento do próprio produto, devido a sua relevância na participação do impacto ambiental do produto. Também, a importância do entendimento sobre a percepção e atendimento às expectativas dos consumidores em relação as questões de sustentabilidade, principalmente logo após a fase de lançamento do produto. É relevante comentar que muitas discordâncias a proposta propunham o redirecionamento de algumas abordagens para a fase de detalhamento, em que o escopo do produto está em definição. É válido inferir que as fases iniciais dos modelos são essenciais para receber abordagens sustentáveis.

É importante destacar que o uso do Excel® auxiliou de maneira significativa nas análises estatísticas e na avaliação da confiabilidade interna do questionário, que teve um coeficiente alfa de Cronbach referente a pesquisa acima de 0,73, que

caracteriza moderada confiabilidade interna do instrumento utilizado na coleta de dados. Esse resultado indica que o questionário foi apropriadamente elaborado, permitindo aos especialistas adequado entendimento sobre a proposta deste trabalho, bem como facilidade no preenchimento, contribuindo com observações e sugestões de melhoria da proposição apresentada. Segundo os comentários dos especialistas, a proposta é detalhada, possui um caráter orientativo e traz uma contribuição significativa sobre o tema abordado.

A análise quantitativa com base no acerto dos avaliadores quanto à resposta padrão das notas de concordância (1 e 2) confirma a concordância da proposta na visão dos especialistas, resultando em um consenso de aceitação superior a 84%.

Um ponto de destaque identificado quando se realiza uma análise combinada da abordagem quantitativa com a qualitativa é que as fases de menor aceitação quanto ao momento da integração de aspectos sustentáveis, foram de Projeto Conceitual (PC) e Projeto Detalhado (PD), devido principalmente a interface e proximidade entre as funções dessas fases.

Em seguida, no próximo capítulo, apresentam-se as conclusões desta dissertação, as principais contribuições originais para o tema abordado, as limitações desta pesquisa e oportunidades para trabalhos futuros sobre o tema de integração das dimensões da sustentabilidade e PDP.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo dessa dissertação foi de propor uma forma de integração dos conceitos de sustentabilidade e PDP, devido à importância desse tema em relação ao aumento das exigências ambientais pela legislação, mercado e sociedade. Para isso, foi selecionado na literatura um conjunto de práticas sustentáveis para dar suporte à tomada de decisão durante o PDP com objetivo de reduzir o impacto ambiental, social e econômico por todo o ciclo de vida dos produtos.

Sobre as estruturas de PDP, observa-se que elas estão ligadas à necessidade de maior competitividade industrial e buscam aperfeiçoar as práticas de gestão do desenvolvimento de produtos. Nota-se também, que há divergências de enfoque nas estruturas de PDP conforme a área de conhecimento que as propõe (marketing, engenharia, *design*) e, conseqüentemente, diferenças na distribuição das fases em momentos distintos no PDP, com nível de profundidade e detalhamento de acordo com as características do processo de desenvolvimento e do produto desenvolvido. Assim, pode-se concluir que os modelos de PDP estão em constante desenvolvimento acompanhando as necessidades teóricas e organizacionais, porém sobre a integração das dimensões da sustentabilidade nas estruturas de PDP verifica-se que publicações mais recentes estão começando a disponibilizar meios de inserir tais questões nesse processo.

Nesta análise foram mapeadas vinte e cinco (25) abordagens sustentáveis relacionadas às dimensões ambiental, social e econômica, sendo investigadas quanto à integração no PDP.

A principal característica da presente proposta de estruturação do PDP com aspectos sustentáveis está no seu embasamento teórico-conceitual, nível de detalhamento e na sua capacidade de orientar e se adaptar aos diversos tipos de desenvolvimento de produto. Conclui-se que a proposta é ampla e oferece uma inovação simplificando a forma de integrar os conceitos de sustentabilidade no PDP.

A proposta desenvolvida foi submetida à avaliação de especialistas sobre o tema abordado, por meio de uma consulta, e verificou-se um nível razoável de aceitação da estrutura desenvolvida. Na análise dos resultados dos especialistas, verificou-se que as fases do PDP de menor aceitação quanto ao momento da integração de aspectos ambientais foram as de projeto conceitual e projeto

detalhado, isso pode ser justificado com base na diferença de entendimento dos especialistas sobre as interfaces, limites e proximidade entre as funções dessas fases.

Como conclusão sobre a avaliação realizada, pode-se afirmar que a divergência de opinião dos especialistas sobre as fases iniciais de PDP durante as respostas do questionário demonstra que não há um entendimento comum das funções das tarefas realizadas em cada fase. Como consequência, essa divergência conceitual sobre o objetivo dessas fases iniciais do PDP se agrava ainda mais quando se insere as dimensões de sustentabilidade para serem analisadas. Isso implica que há uma necessidade de se aprofundar os estudos nesse sentido, principalmente sobre as fases iniciais do PDP em relação às questões ambientais, sociais e econômicas. Corroborando com essa afirmativa, o resultado da análise das fases mais citadas nas estruturas de PDP encontradas na literatura demonstra que essas fases do pré-desenvolvimento do produto são pouco abordadas.

A integração de práticas de sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos é um processo complexo e qualquer trabalho neste tema possui limitações, como no caso desta dissertação. A primeira foi devido a não aplicar a estrutura proposta em um estudo empírico para avaliar sua adaptabilidade em um PDP existente ou implementá-lo em uma empresa que ainda não tem o PDP formalizado.

Outra limitação foi a impossibilidade de se analisar com mais ênfase a integração de aspectos ambientais, econômicos e sociais específicos em determinadas fases do PDP e, conseqüentemente, sugerir quais são os métodos e ferramentas sustentáveis aplicáveis e mais adequados para cada momento do PDP. É importante destacar que devido à análise estatística englobar a população de 21 especialistas, os resultados desta análise apresentam menor relevância do que a análise qualitativa.

Logo, seria possível repetir a consulta acrescentando mais participantes que possam contribuir com o avanço do conhecimento sobre o tema tratado. A análise dos resultados deste trabalho e as limitações citadas anteriormente evidenciam algumas oportunidades para novos trabalhos sobre a integração das dimensões e PDP.

Assim sendo, recomenda-se a realização de trabalhos de pesquisa para aprofundar a aplicabilidade desta proposta de estruturação do PDP integrando dimensões da sustentabilidade quanto às aplicações a diferentes tipos de empresa e

PDP, assim pode-se ampliar e/ou refinar a proposta desenvolvida. Com base no resultado da avaliação da proposta realizada pelos especialistas verifica-se, também, que novos trabalhos podem focar nas fases iniciais do PDP, onde se obteve maior divergência de opinião pelos especialistas ou nas fases de projeto conceitual e projeto detalhado que teve a menor aceitação quanto ao momento da integração de aspectos ambientais devido a diferença de entendimento sobre as interfaces dessas fases.

Finalizando, durante a realização desse trabalho surgiram algumas questões que podem nortear a busca na literatura por lacunas para se desenvolver novos trabalhos sobre o tema integração das práticas sustentáveis no PDP, como: i) Analisar quais são as principais barreiras para integração das dimensões da sustentabilidade no PDP; ii) Avaliar se o mesmo tipo de integração caberia aos modelos ágeis de desenvolvimento de produtos; iii) Verificar o modelo em outros setores produtivos e em outras localidades; iv) Verificar o modelo em linhas de produtos ou mini fábricas dentro da mesma indústria.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC- Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Panorama do Setor Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos. Anuário 2017**. 9ªed. São Paulo. Public projetos editoriais. 2017

ALBLAS, A. A., et al. **Fuzzy sustainability incentives in new product development: An empirical exploration of sustainability challenges in manufacturing companies**. International Journal of Operations & Production Management, v. 34, p. 513-545, 2014.

AMARAL, D.C.; ROZENFELD, H. **Gerenciamento de conhecimentos explícitos sobre o processo de desenvolvimento de produtos**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Anais, Gramado, Rio Grande do Sul, 2003.

ANDREASEN, M.M.; HEIN, L. **Integrated product development**. New York: Springer-Verlag, 1987.

ARCHER, B.L. **La estructura del proceso del diseño**. In: BROADBENT, G.et al. (Eds.) Metodologia del diseño arquitectonico. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, p.153-221, 1971.

ARNETTE, A. N., et al. **Design for sustainability (DFS): the intersection of supply chain and environment**. Journal of Cleaner Production, v. 83, p. 374-390, 2014.

ASCHEHOUG, S. H. et al. **Building sustainability knowledge for product development and design – experiences from four manufacturing firms**. Progress in Industrial Ecology – An International Journal, v. 8, p. 1-22, 2013.

ASIMOV, M. **Introduction to design: fundamentals of engineering design**. [S.I.]: Prentice Hall, 1962. (Traduzido para o português: Introdução ao projeto de engenharia. São Paulo: Mestre Jou, 1968).

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.

BAKSHI, B.R.; FIKSEL, J. **The Quest for Sustainability: challenges for process systems engineering**. AIChE Journal, v.49, n.6, p.1350-1358, 2003.

BANERJEE, Preeta. **Sustainable human capital: product innovation and employee partnerships in technology firms**. Cross Cultural Management: An International Journal, v. 20, p. 216-234, 2013.

BANERJEE, Subhabrata B. **Organisational strategies for sustainable development: developing a research agenda for the new Millennium**. Australian Journal of Management, V. 27, Special Issue, 2002.

BARCZAK, G.; GRIFFIN, A.; KAHN, K.B. **Perspective: trends and drivers of success in NPD practices: Results of the 2003 PDMA best practices study.** Journal of Product Innovation Management, v.26, p.3-23, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** São Paulo. Edições 70, 2011.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. **Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives.** Journal of Cleaner Production, v.10, p.409–425, 2002.

BAUMGARTNER, R. J. **Managing Corporate Sustainability and CSR: A Conceptual Framework Combining Values, Strategies and Instruments Contributing to Sustainable Development.** Corporate Social Responsibility and Environmental Management, v. 21, p. 258-271, 2014.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: Guia Prático para o design de novos produtos.** São Paulo, SP. Editora Edgard Blucher, 2º Edição, 2003.

BELLEN, V. H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

BENITES, L. L. L.; POLO, E. F. **A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do triple bottom line na Masisa.** Revista de Administração da UFSM, v. 6, p. 195-210, 2013.

BI, Z.M., et al. **Reusing industrial robots to achieve sustainability in small and medium-sized enterprises (SMEs).** Industrial Robot: An International Journal, v. 42, p. 264-273, 2015.

BIGLIARD, B.; BOTTANI, E.; RINALDI, M. **The new product development process in the mechanical industry: evidences from some Italian case studies.** International Journal of Engineering, Science and Technology, v.5, n.2, p.1-23, 2013.

BIJU, P. L., et al. **Evaluation of customer requirements and sustainability requirements through the application of fuzzy analytic hierarchy process.** Journal of Cleaner Production, v. 108, p. 808-817, 2015.

BIRCH, A.; HON, K.K.B.; SHORT, T. **Structure and output mechanisms in Design for Environment (DfE) tools.** Journal of Cleaner Production, n.35, p.50-58, 2012.

BLEISCHWITZ, R. **International economics of resource productivity:relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies.** International Economics and Economic Policy, v. 7, n. 2, p. 227-244, 2010.

BOCKEN, M. P.; SHORT, S. W.; RANA, P.; EVANS, S. **A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes.** Journal of Cleaner Production, v. 65, n. 15, p. 42-56, 2014.

- BONETTI, L.V. **Dados de garantia e análise qualitativa de especialistas como base para estudo de confiabilidade no setor de máquinas agrícolas.** 2009. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de concentração em Qualidade) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.
- BONSIEPE, G. **Teoría y práctica del diseño industrial.** Elementos para uma manualística crítica. Barcelona: Gustavo Gili, 1978. (Comunicación Visual).
- BOUZON, M. et al. **Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzyDelphi method and AHP.** Resources, Conservation and Recycling, 108, p. 182-197, 2016.
- BOVEA, M D; PÉREZ-BELIS, V. **A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process.** Journal of Cleaner Production, v.20, n.1, p.61-71, 2012.
- BROMAN, G. I., ROBERT, K. H. **A framework for strategic sustainable development.** Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 17-31, 2017.
- BRONES, F. et al. **Ecodesign in project management: A missing link for the integration of sustainability in product development?** Journal of Cleaner Production, v. 80, p. 106-118, 2014.
- BUCCI, D.Z. **Processo de desenvolvimento de produto-embalagem: uma proposta orientada à sustentabilidade.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, p.497, 2010.
- BYGGETH, S. et al. **A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions.** Journal of Cleaner Production, v. 15, p. 1-11, 2007.
- CAMPOS, S.U.; RIBEIRO, J.L.D. **Um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos de empresas do setor moageiro de trigo.** Produção, v.21, n.3, p.379-391, 2011.
- CAPANEMA, L.X.L; VELASCO, L.O.M.; PALMEIRA FILHO, P. L. e NOGUTI, M.B. (2007) **Panorama da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.** BNDES Setorial.
- CATALISA. **Rede de Cooperação para a Sustentabilidade.** 2003. Disponível em: <<http://www.catalisa.org.br/content/view/30/59/>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- CESCHIN, F. **Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions.** Design Studies, v. 16, p. 1-46, 2016.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry.** Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality**. New York: The Free Press, 1992.

CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. **Managing new product and process development**. New York: The Free Press, 1993.

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO . **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.

COMMONER, B. **The closing circle: nature, man and technology**. New York: Bantam, 1971.

CONFORTO, E.C.; AMARAL, D.C.; SILVA, S.L. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos**. Anais. VIII Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, setembro, Porto Alegre, RS, 2011.

COOPER, R.G. **Winning at new products: accelerating the process from idea to launch**. Reading: Perseus Books, 1993.

COOPER, J.; GODWIN, C.; HALL, E. S. **Modeling process and material alternatives in life cycle assessments**. International Journal of Life Cycle Assessment, v.13, n.2, p.115-123, 2008.

CORTINA, J.M. **What is coefficient alpha?** An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology. v.78, p.98-104, 1993.

CRAWFORD, C.M.; BENEDETTO, C.A. **New products management**. 6ed. Chicago: McGraw Hill, 2000.

CRONBACH, J.L. **My current t procedures**. Educational and Psychological Measurement, v.64, n.3, 2004.

CROSTON, Glenn. **Consumo e sustentabilidade no setor de higiene pessoal perfumaria e cosméticos**. III Caderno de Tendências 2014- 2015: Higiene Pessoal- Perfumaria e Cosméticos. São Paulo. BB Editora. 2014.

CRUL, M.R.M., DIEHL, J.C. **Design for Sustainability: A Practical Approach for Developing Economies**. United Nations Environment Programme, Delft University of Technology, November, p.130, 2006. Disponível em: <<http://www.unep.fr/scp/publications/details.asp?id=DTI/0826/PA>>. Acesso em: out. 2017.

DRIVA, H. et al. **Measuring product development performance in manufacturing organizations**. International Journal of Production Economics, v.63, n.2, p.147- 159, 2000.

DUYSTERS, G.; VAN WEELE, A.J.; WYNSTRA, F.; VAN ECHTELT, F.E. **Managing supplier involvement in new product development**. The Journal of Product Innovation Management, v.25, p.180-201, 2008.

DYLLICK, T.; HOCKERTS, K. **Beyond the business case for corporate sustainability**. Business Strategy and the Environment, n. 11, p. 130-141, 2002.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development**. California Management Review, Berkeley, v. 36, n. 2, p. 90-101, 1997.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: M.Books do Brasil, 2012.

EUROMONITOR. **Consumo de Cosméticos no Mundo**. 2015. Disponível em: <http://www.euromonitor.com/World_Cosmetics_and_Toiletries_Marketing_Directory>. Acesso em: 10 mar. 2018.

FERNANDES, P. T., CANCIGLIERI JUNIOR, O. **Sustainable Product Development: Ecodesign Tools Applied to Designers**. Advances in Transdisciplinary Engineering, v. 2, p. 481-491, 2015.

FERNANDES, P. T., et al. **Method for integrated product development oriented to sustainability**. Clean Technology Environmental Policy, v. 17, p. 1-190, 2017.

FIALHO, F. A. P. et al. **Gestão da sustentabilidade na era do conhecimento**. Florianópolis: Visual books, 2008.

FIKSEL, J. **Design for Environment: a guide to sustainable product development**. Sec. Edition. McGraw Hill, New York, 2009.

FLEISCHER, M.; LIKER, J.K. **Concurrent Engineering Effectiveness: Integrating Product Development Across Organizations**. Hanser Gardner Publications, Cincinnati, OH, 1997.

FONTELLES, M. J. et al. **Metodologia da Pesquisa Científica**: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa, 2009. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

FORZA, C. **Survey Research in Operations Management: a Process-based Perspective**. International Journal of Operations & Production Management, v.22, n.2, p.152-194, 2002.

FREEMAN, Christopher. **The greening of technology and models of innovation**: technological forecasting and social change, v.53, n.01, September, 1996.

FREITAS, A.L.P.; RODRIGUES, S.G. **A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach**. XII SIMPEP – Bauru-SP, 2005.

GERHARDT, T. e SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GMELIN, H., SEURING, S. **Achieving sustainable new product development by integrating product life-cycle management capabilities** Journal of Cleaner Production, v. 154, p. 166-177, 2014a.

GMELIN, H., SEURING, S. **Determinants of a sustainable new product development**. Journal of Cleaner Production, v. 69, p. 1-9, 2014b.

GOMES, P. C. **Sustentabilidade na cadeia produtiva do cosmético**. Folha de S. Paulo, São Paulo, 13 maio, 2013. Engenheira florestal e mestre em manejo florestal, Patrícia Cota Gomes é coordenadora do Imaflora.

GOULD, R., et al. **Using social sustainability principles to analyse activities of the extraction lifecycle phase: Learnings from designing support for concept selection**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 267-276, 2017.

GOVIDAN, K. et al. **Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process**. Int. J. Production Economics, 147, p. 555-568, 2014.

GRIFFIN, A.; PAGE, A.L. **An interim report on measuring product development success and failure**. Journal of Product Innovation Management, v.10, n.2, p.291-308, sep. 1993.

HALLSTEDT, S. **A foundation for sustainable product development**. Dissertation. Blekinge Institute of Technology Sweden, 2008.

HALLSTEDT, S. I. et al. **Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process**. Journal of Cleaner Production, v. 51, p. 277-288, 2013.

HALLSTEDT, S. I. et al. **Assessing sustainability and value of manufacturing processes: a case in the aerospace industry**. Journal of Cleaner Production, v. 108, p. 169-182, 2015.

HALLSTEDT, S. I. **Sustainability criteria and sustainability compliance index for decision support in product development**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 251-266, 2017.

HART, Maureen. **Sustainable Community Indicators Trainer's Workshop**. Disponível em: <<http://www.sustainablemeasures.com/training/index.html>>. 1998. Acesso em: 14 fev. 2018.

HASSAN, M. S., et al. **Sustainability evaluation of alternative part configurations in product design: weighted decision matrix and artificial neural network approach**. Clean Technology Environmental Policy, v. 18, p. 63-79, 2016.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, H. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 2007.

HILL, M.M.; HILL, A. **Investigação por questionário**. 2.ed. rev. e corr. Lisboa: Sílabo, p.377, 2008.

HORA, H.R.M.; MONTEIRO, G.T.R.; ARICA, J. **Confiabilidade em Questionários para Qualidade**: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. Produto & Produção, v.11, n.2, p.85-103, 2010.

HULTINK, E.J.; ROBBEN, H.S. J. **Measuring new product success**: the difference that time perspective makes. Journal of Product Innovation Management, v.12, n.5, p.392-405, nov. 1995.

JASTI, N. V. K., et al. **Development of a framework for green product development**. Benchmarking: An International Journal, v. 22, p. 426-445, 2015.

JUNG C.F.; RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE, M.E.S.; TEN CATEN, C.S. **Uma Discussão de Modelos de Desenvolvimento de Produto e suas Características Lineares e Sistêmicas**. VIII SEPROSUL - Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana, Bento Gonçalves, Brasil, Nov, 2008.

KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

KAPTEIN, M.; WEMPE, J. **The balanced company**: a theory of corporate integrity. Oxford: Oxford University Press, 2002. 360 p.

KIPERSTOOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C. C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M. **Prevenção da poluição**. Brasília: Senai/DN, 2002. 290 p.

KIRKBY, John; O' KEEFE, Phil; TIMBERLAKE, Lloyd. **Sustainable development**. London: Earthscan, 1995.

KNIGHT, P.; JENKINS, J.O. **Adopting and applying eco-design techniques**: a practitioners perspective, Journal of Cleaner Production, v.17, n.5, p.549-558, 2009.

KOTLER, P.; KARTAJAYA, H.; SETIAWAN, I. **Marketing 3.0: as forças que estão definindo o novo marketing centrado no ser humano**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

KRAUSMANN, F.; GINGRICH, S.; EISENMENGER, N.; ERB, K-H.; HABERL, H.; FISCHER-KOWALSKI, M. **Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century**. Ecological Economics, 2009.

KREISS, C., et al. **Making the Business Case for Sustainability: How to Account for Intangible Benefits—A Case Study Approach**. Environmental Quality Management, v. 2016, p. 1-20, 2016.

KREMER, G. E., et al. **Directions for instilling economic and environmental sustainability across product supply chains**. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 2066-2078, 2015.

KRISHNAN, V.; ULRICH, K.T. **Product Development Decisions: A review of the Literature**. Management Science, v.47, n.1, p.1-21, 2001.

KURK, F.; MCNAMARA, C. **Better by Design Guide**. Retrieved November 1, 2006 from <http://www.moea.state.mn.us/publications/betterbydesign.pdf>, 2006.

LACASA, E., et al. **Obtaining sustainable production from the product design analysis**. Journal of Cleaner Production, v. 139, p. 706-716, 2016.

LIMA, Maria Aparecida Barbosa. **Avaliação de impactos de investimentos públicos em Ciência e Tecnologia sobre o Desenvolvimento Regional**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2005.

LINDAHL, M.; SKOGLUND, L.; SVENSSON, J.; KARLSSON, R. **Use and perception of design for environment in small and medium sized enterprises in Sweden**. 3rd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Tokyo, Japan, Union of EcoDesigners, 2003.

LOFTHOUSE, V. **Ecodesign tools for designers: defining the requirements**. Journal of Cleaner Production, n.14, p.1386-1395, 2006.

MALTZ, E. et al. **Influencing R&D/marketing integration and the use of Market information by R&D managers: intended and unintended effects of managerial actions**. Journal of Business Research, v.52, n.1, p.69-82, 2001.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Os requisitos ambientais dos produtos industriais. Edusp. São Paulo. SP. 2008.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINEZ-ALIER, Joan. **Ecological economics: energy, environment and society**. Oxford: Blackwell, 1987.

MASCARENHAS, M. P.; SILVA, W. A. C. **Triple bottom line da sustentabilidade: uma análise em empresas nacionais produtoras de óleos e gorduras**. Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – REUNIR, v. 3, n. 1, p. 62-79, 2013.

MAYYAS, A. et al. **Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 16, p. 1845-1862, 2012.

MENDES, G.H.S. **O processo de desenvolvimento de produtos de empresas de base tecnológica**: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP, 2008.

MISSIMER, M. **Social Sustainability within the Framework for Strategic Sustainable Development**. Doctoral Dissertation, Blekinge Institute of Technology, Sweden, 2015.

MISSIMER, M., et al. **A strategic approach to social sustainability – Part 2: a principle-based definition**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 42-52, 2016.

MISSIMER, M., et al. **A strategic approach to social sustainability – Part 1: exploring the social system**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 32-41, 2017.

MORAES, R. **Análise de conteúdo**. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html>. Acesso em 18 fev. 2018.

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Core set of indicators for environmental performance reviews**: a synthesis report by the group on the environment. Paris: OECD, 1993.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Milênio**. 2000. Disponível em: [http:// www.objetivosdomilenio.org.br/](http://www.objetivosdomilenio.org.br/). Acesso em: 10 jan. 2018.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos: métodos e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PAHL, G; BEITZ, W. Konstruktionslehre (English title: **engineering design**) (trans: Arnold Pomerans KW). Springer Verlag, English edition: The Design Council, Heidelberg, English edition: London, 1977.

PANAPANANAN, V et al. **Roadmapping Corporate Social Responsibility in Finnish**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE GREENING OF INDUSTRY NETWORK, 10., 2002, Göteborg. **Proceedings...** Göteborg,: Chalmers University of Technology, 2002. p. 1-23. Disponível em: <<https://gin.confex.com/gin/archives/2002/papers/010163Panapanaan.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PARK, C.W.; ZALTMAN, G. **Marketing management**. Chicago: The Dryden Press, 1987.

PAULA, I.C. **Proposta de um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos farmacêuticos**. 2004. 316 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PAWLOWSKI, Artur. **How many dimensions does sustainable development have?** Sustainable Development, São Francisco, v.16, n. 2, p. 81-90, 2008.

PESONEN, H. L., HORN, S. **Evaluating the Sustainability SWOT as a streamlined tool for life cycle sustainability assessment**. International Journal Life Cycle Assessment, v. 18, p. 1780-1792, 2013.

PIGOSSO, D.C.A.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T.C. **Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies**. Journal of Cleaner Production, v.59, p.160-173, 2013.

PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization**. New Jersey, Prentice Hall International Series, v.2, 1997.

PRODANOV, C. C. e FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RASHID, S. H. A., et al. **The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance: Empirical evidence from Malaysia**. International Journal of Operations & Production Management, v. 37, p. 182-204, 2017.

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T.; SCHMIDT, W.P.; SUH, S.; WEIDEMAI, B.P.; PENNINGTON, D.W. **Life cycle assessment. Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications**. Environment International, v.30, n.5, p.701-720, 2004.

REDCLIFT, Michael. **Sustainable development: exploring the contradictions**. London: Methuen, 1987.

ROGERS, W.M.; SCHIMITI, M.; MULLINS, M. E. **Correction for unreliability of multifactor measures: comparison of Alpha and parallel forms approaches**. Organizational Research Methods, v.5, p.184-199, 2002.

ROMEIRO, Eduardo Filho; FERREIRA Cristiano Vasconcellos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; GOUVINHAS, Reidson Pereira; NAVEIRO, Ricardo Manfredi. **Projeto do produto**. São Paulo, Elsevier Editora LTDA, 2010.

ROOZENBURG, N.F.M; EEKELS, J. **Product design: fundamentals and methods**. New York: John Wiley, xiii, p.408, 1995.

ROSENTHAL, S.R. **Effective Product Design and Development** - How to cut lead time and increase customer satisfaction. New York, N.Y. Irwin Professional Publishing, 1992.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma abordagem para a melhoria de processos**. São Paulo: Saraiva, 2010.

RUDDER, A.; AINSWORTH, P.; HOLGATE D. Case study - **New food product development: strategies for success?** British Food Journal, v.103, n.9, p.657-670, 2001.

SACHS, I. **Estratégias de Transição para o Século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo (Fundap), p.24-27, 1993.

SADABA, S. M., et al. **Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition**. Journal of Cleaner Production, v. 99, p. 1-16, 2015.

SALARI, M., BHUYIAN, N. **A proposed approach to improve current sustainable product development**. Journal of Industrial and Production Engineering, v. 3, p. 297-307, 2016.

SALGADO, E.G. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos eletrônicos em empresas de base tecnológica: estudos de casos múltiplos com decisão multicriterial**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, p.183, 2011.

SALMINEN, V.; YASSINE, AL; RIITAHUHTA, A. **A strategic management framework for collaborative product development**. 4th International Conference on Engineering Design and Automation, ED&A in Orlando, Florida. July 30 – August 2, 2000.

SANGWAN, K. S., MITTAL, V. K. **A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks**. Management of Environmental Quality: An International Journal, v. 26, p. 566-587, 2015.

SANTOS, A.C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos em um ambiente SCM**. Tese (Engenharia Mecânica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p.415, 2008.

SATORO, Eduardo Guilherme, et al. **Proposta de um método para geração de modelo de medição da sustentabilidade organizacional**. São Paulo: GEPROS, 2012.

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. **A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SCHMIDT, J.B.; SARANGEE, K.R., MONTOYA, M.M. **Exploring new product development project review practices**. Journal of Product Innovation Management, v.26, n.5, p.520-535, 2009.

SCHOGL, J. P.; Fritz, M.M.C.; Baumgartner, R.J. **Toward supply chain-wide sustainability assessment**: A conceptual framework and an aggregation method to assess supply chain performance. J. Clean. Prod. 2012.

SCHOGL, J. P., et al. **Improving sustainability performance in early phases of product design: A checklist for sustainable product development tested in the automotive industry**. Journal of Cleaner Production, v. 140, p. 1602-1617, 2017.

SILVA, Jeoval Batista da. **Avaliação da Sustentabilidade em Unidades de Conservação na Amazônia Ocidental com foco na Teoria U**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós- Graduação em Administração. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho: PPGMAD/UNIR, 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, T.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo, Editora Atlas, 1993.

SONG, M.; NOH, J. **Best new product development and management practices in the Korean high-tech industry**. Industrial Marketing Management, v.35, n.3, p.262-278, 2006.

SOUSA MENDES, G.H.; TOLEDO, J.C. **Uma visão dos principais arranjos organizacionais aplicados ao desenvolvimento de produto**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento do Produto. Gramado, RS, 2003.

SPANGENBERG, Joachim; BONNIOT, Odile. **Sustainability indicators: a compass on the road towards sustainability**. Wuppertal Institute, v. 81, 1998.

SPANGENBERG, J. H.; FUAD-LUKE; A.; BLINCOE, K. **Design for Sustainability (DfS)**: the interface of sustainable production and consumption. Journal of Cleaner Production, v. 18, n. 15, p. 1485-1493, 2010.

SUH, N.P. **The principles of design**. New York: Oxford Press, 1988.

SUNDIN, E. et al. **Design for automatic end-of-life processes**. Assembly Automation, v. 32, p. 389-398, 2012.

TU, J. C. et al. **Influential Factors and Strategy of Sustainable Product Development under Corporate Social Responsibility in Taiwan**. Mathematical Problems in Engineering, v. 2013, p. 1-15, 2013.

ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. **Product design and development**. New York: McGraw Hill/Irwin, p.368, 2007.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. 4 Ed. McGraw-Hill: Singapore, 2008.

UNCED- United Nations Conference on Environment and Development. **Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro:1992.

UNCED. UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Rio+20**. June 2012. <http://www.uncsd2012.org/rio20/about.html>. Acesso em janeiro de 2017.

UNEP. **Towards a Life cycle sustainability assessment: making informed choices on products**, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011a.

UNEP. **Enabling conditions supporting the transition to a global green economy. Towards a Green Economy**: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication, United Nations Environment Programme, 2011b.

VAN MARREWIJK, Marcel. **Concepts and Definitions of CRS and Corporate Sustainability: Between agency and communion**. Journal of Business Ethics, v. 44, p. 95-105, 2003.

VIEGAS, J.C.; SALLES, M.T. **A sustentabilidade em projetos de produto**: uma abordagem ambiental, VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, junho, 2012.

VINODH, S. et al. **Environmental impact assessment of an automotive componente using eco-indicator and CML methodologies**. Clean Technology Environmental Policy, v. 14, p. 333-344, 2012.

WBCSD - **World business council for sustainable development**. 2000. Disponível em:<<http://oldwww.wbcsd.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=Mjgy>>. Acesso em: 19 dez. 2017.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford University Press: New York, 1987.

WERBACH, A. **Estratégia para sustentabilidade**: uma nova forma de planejar sua estratégia empresarial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ZETTERLUND, H., et al. **Implementation potential of sustainability-oriented decision support in product development**. 26th CIRP Design Conference, v. 50, p. 287-292, 2016.

ZYLBERSZTAJN, David; LINS, Clarissa (Org.). **Sustentabilidade e geração de valor**: a transição para o século XXI. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DE CONSULTA AOS ESPECIALISTAS**a) Email enviado aos especialistas para convidá-los a participar da pesquisa**

Caro profissional,

Quero convidá-lo (a) para participar de uma pesquisa a nível de mestrado sobre a integração de aspectos sustentáveis (ambiental, social e econômico) no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Sua participação, respondendo ao questionário, será de grande importância para o sucesso da pesquisa.

O questionário completo é constituído por duas planilhas, conforme descrição a seguir:

- Planilha I – Caracterização do entrevistado e instruções para preenchimento do questionário do PDP.
- Planilha II – Questionário sobre o Processo de Desenvolvimento de Produtos com aspectos ambientais.

Serão necessários aproximadamente 30 minutos de seu tempo, sendo que nenhuma informação sigilosa será solicitada. É muito importante que todas as questões sejam respondidas.

Desde já agradecemos sua colaboração e reforçamos que as informações dos colaboradores desta pesquisa (email, nome) serão mantidos em sigilo.

Atenciosamente,

Giane Ferreira Ramos Roth. (Mestranda)
Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção (PPGEP)
e-mail: giane.roth@gmail.com
fone: (+55 41) 99982-9785 / (+55 41) 3042-9356

Professor Dr. Marcelo Gechele Cleto (Orientador)
Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
e-mail: mgcleto@ufpr.br
fone: (+55 41) 3361-3035 / (+55 41) 3361-3398

- b) Planilha I - Caracterização do entrevistado e instruções para preenchimento do questionário do PDP com aspectos da sustentabilidade.

| 1. PERFIL DO ENTREVISTADO | |
|--|--|
| Nesta seção favor descrever informações pessoais e carreira profissional | |
| a. Nome: | << inserir seu nome nesta linha >> |
| b. E-mail: | << inserir seu e-mail nesta linha >> |
| c. Formação Acadêmica (Graduação/Pós-Graduação/Mestrado/Doutorado/Pós-Doutorado) | << inserir sua formação nesta linha >> |
| d. Área de Formação (Engenharia/Administração/Marketing/Química/Outros) | << inserir sua área de formação nesta linha >> |
| e. Tempo de atuação profissional no mercado (em anos) | << inserir seu tempo de atuação nesta linha >> |
| f. Função e Área organizacional na empresa | << inserir sua função atual e área da empresa nesta linha >> |

| 2. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO |
|--|
| <p>O objetivo do questionário é verificar se os aspectos relacionados as dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômico) foram integradas de maneira coerente nas fases do PDP. Portanto, o entrevistado deve avaliar se a abordagem sustentável proposta na “coluna B” está adequada, escolhendo uma das (05) cinco opções abaixo, que aparecerão clicando nas células de avaliação na “coluna C - Avaliação”:</p> <p>1- Concordo completamente 2- Concordo 3- Indiferente 4- Discordo 5- Discordo completamente</p> <p>Se a avaliação acima do entrevistado for de “4-Discordo” ou “5-Discordo Completamente” deve-se escolher em qual fase do PDP (PEP/PP/PI/PC/PD/PPP/LP/APP/DPM) conforme descrição das siglas abaixo, esses aspectos conectam melhor, colocando um “X” ou deixar em branco, quando não souber.</p> <p>Descrição das siglas:</p> <p>PEP – Planejamento Estratégico de Produto / PP – Planejamento de Produto / PI – Projeto Informacional / PC – Projeto Conceitual / PD – Projeto Detalhado / PPP – Preparação da Produção do Produto / LP – Lançamento do Produto / APP – Acompanhar Produto e Processo / DPM – Descontinuar Produto no Mercado.</p> <p>Agradecemos a sua participação e salientamos que a utilização das informações aqui prestadas são confidenciais e para finalidade acadêmica.</p> <p>Mestranda: Giane Ferreira Ramos Roth Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto Universidade Federal do Paraná Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP - UFPR)</p> |

c) Planilha II – Questionário para avaliação dos especialistas sobre proposta de integração aspectos sustentabilidade no PDP

Foi utilizada a escala ordinal de avaliação Likert com amplitude de 1-5 ("1-concordo completamente", "2-concordo", "3-indiferente", "4-discordo" e "5-discordo completamente"). No caso de a avaliação ser de "4-discordo" ou "5-discordo completamente" é solicitado ao respondente que justifique sua opinião e indique com "X" em qual fase do PDP é mais adequado integrar o aspecto em julgamento.

No caso de a avaliação ser de "4-discordo" ou "5-discordo completamente" é solicitado ao respondente que justifique sua opinião e indique com "X" em qual fase do PDP é mais adequado integrar o aspecto em julgamento.

| Macrofase Fases Atividades do PDP | Abordagem Sustentável no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) | Avaliação | Se a avaliação foi de "4-DISCORDO" OU "5-DISCORDO COMPLETAMENTE", colocar (X) na fase que você entende ser a mais adequada ou deixar em branco, quando não souber. | | | | | | | | | Justificativa/Comentários |
|---|---|-----------|--|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|---------------------------|
| | | | PEP | PP | PI | PC | PD | PPP | LP | APP | DPM | |
| Macrofase - Pré Desenvolvimento | | | | | | | | | | | | |
| Planejamento Estratégico de Produtos (PEP) | Abordagem Sustentável | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de negócios | 1) Elaborar e implementar um plano estratégico e diretrizes para suportar a tomada de decisão nas questões relacionadas a sustentabilidade do produto/negócio, garantindo: - Envolvimento da Cadeia de Suprimentos para melhorar o desempenho ambiental, social e econômico; - Desenvolver uma base de dados (biblioteca sustentável) com informações de tecnologias, mercado, características dos materiais, componentes e processos que permeiam o ciclo de vida dos produtos; - Elaboração ferramenta de análise econômica da carteira de produtos, considerando custo da cadeia (berço-a-berço) | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Planejar atividades para a revisão do plano estratégico de negócios | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Consolidar informações sobre tecnologia e mercado | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 Revisar o plano estratégico de negócios | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Analisar o portfólio de produtos da empresa | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 Propor mudanças no portfólio de produtos | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 Verificar viabilidade do portfólio de produtos | | | | | | | | | | | | |
| 1.8 Decidir início do planejamento de um produto do portfólio | | | | | | | | | | | | |
| Planejamento do Projeto (PP) | Abordagem Sustentável | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Definir interessados do projeto | 1) Uma vez definida a equipe para execução do projeto, adequar um programa de desenvolvimento/treinamento para suprir as necessidades de conhecimento sobre sustentabilidade (materiais, processos, tecnologias, eficiência energética, reciclagem, desmontagem, remanufaturados); 2) Elaborar mapa de riscos de impacto ambiental, social e econômico a cada passagem de fase, com maior ênfase as fases iniciais de conceituação do produto; 3) Elaborar painel de indicadores de desempenho sustentável do projeto/produto para monitorar: potencial de reciclagem, emissão de gases e impacto camada ozônio, consumo de energia, água e materiais, geração de resíduos conforme vida útil | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Definir escopo do produto | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Avaliar riscos | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Preparar orçamento do projeto | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Analisar a viabilidade econômica do projeto | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 Definir indicadores de desempenho | | | | | | | | | | | | |
| 2.7 Planejar e preparar aquisições | | | | | | | | | | | | |
| 2.8 Preparar plano de projeto | | | | | | | | | | | | |

